



Aalborg Universitet

AALBORG UNIVERSITY  
DENMARK

## Den virtuelle prøvelejlighed

*Beboerkommunikation*

Sørensen, Nils Lykke

*Publication date:*  
2004

*Document Version*  
Også kaldet Forlagets PDF

[Link to publication from Aalborg University](#)

*Citation for published version (APA):*  
Sørensen, N. L. (2004). *Den virtuelle prøvelejlighed: Beboerkommunikation*. SBI forlag. By og Byg Resultater Nr. 035

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal -

### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at [vbn@aub.aau.dk](mailto:vbn@aub.aau.dk) providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

By og Byg Resultater 035

# Den virtuelle prøvelejlighed

Beboerkommunikation



Statens Byggeforskningsinstitut  
Danish Building and Urban Research





# Den virtuelle prøvelejlighed

Beboerkommunikation

Nils Lykke Sørensen

Titel	Den virtuelle prøvejlighed
Undertitel	Beboerkommunikation
Serietitel	By og Byg Resultater 035
Udgave	1. udgave
Udgivelsesår	2004
Forfatter	Nils Lykke Sørensen
Sprog	Dansk
Sidetæl	40
Emneord	Beboerkommunikation, 3-D modeller, virtuel prøvejlighed, byggherre, rådgiver, beboer, etageejendomme, rumlighed
ISBN	87-563-1197-4
ISSN	1600-8049
Pris	Kr. 120,00 inkl. 25 pct. moms
Tegninger	Nils Lykke Sørensen
Tryk	BookPartner, Nørhaven digital A/S
Udgiver	By og Byg Statens Byggeforskningsinstitut, P.O. Box 119, DK-2970 Hørsholm E-post by-og-byg@by-og-byg.dk www.by-og-byg.dk

Eftertryk i uddrag tilladt, men kun med kildeangivelsen: *By og Byg Resultater 035: Den virtuelle prøvejlighed. Beboerkommunikation. (2004)*

# Indhold

Forord .....	4
Konklusion .....	5
Fremtidige indsatsområder .....	5
Teknisk tegning .....	6
Grafisk output .....	7
Proces .....	7
De vigtigste erfaringer .....	8
Indledning .....	9
Baggrund .....	9
Formål .....	9
Målgruppe .....	10
Fremgangsmåde .....	10
Rumlighed .....	12
Tegning .....	12
Fysisk model .....	13
Virtuel model .....	14
Stereoskopi .....	15
Animation .....	15
Virtuel Reality .....	15
Abstraktion .....	16
Modellering .....	17
Redskabet .....	17
Interaktiv modellering .....	17
Hvordan visualiseres .....	17
Teknisk forløb .....	19
Eskildsgade - fra tegning til renderbilleder .....	19
Vedbækgade - fra tegning til interaktiv model .....	22
Konfrontation - arkitekt, beboer og model .....	26
Eskildsgade .....	26
Vedbækgade .....	27
Introduktion til Eskildsgade .....	29
Køkkentrapper beholdes .....	30
Resultat 1. Eskildsgade .....	30
Køkkentrapper inddrages i lejlighederne .....	31
Møbeleringsforslag, Eskildsgade 18, 3. Køkkentrapper beholdes. ....	32
Resultat 2. Eskildsgade .....	33
Resultat 3. Vedbækgade .....	35
Forslag 1 .....	36
Forslag 2 .....	37
Resultat 4. Vedbækgade. ....	38
Implementering i Byfornyelsen Danmark .....	39
Hvad skal implementeres .....	39
Hvem skal implementere .....	39
Hvordan implementeres .....	40

# Forord

Beboernes medvirken i renoveringsprojekter er et voksende krav og behov, hvorfor en effektiv beboerkommunikation er af tilsvarende voksende betydning for projekternes succes. Beboernes medvirken i skabelsen af værdigrundlaget for en given byggesag er af betydning for tilfredsheden med det færdige byggeri, og dermed et væsentligt element i produktivitetsopgørelsen. Kommunikationen til beboerne sker ofte med byggeriets tekniske termer, hvorfor en eventuel manglende forståelse for konsekvenserne af en given beslutning kan medføre utilfredshed. Og angst for at tilkendegive at man ikke forstår fagsproget kan formentlig holde mange tilbage i dialogen.

I 'Den virtuelle prøvelejlighed', der er en del af projektet 'Kommunikation i Byfornyelsen', der igen er en del af 'værktøjsprojektet', har sigtet været at benytte rumlige modeller for at forbedre kommunikationen mellem de professionelle parter i en byggesag og brugerne. Som afprøvningsemne blev ejendommen i Eskildsgade 16-18 benyttet. Erfaringerne herfra blev videreført i et forsøgsprojekt tilknyttet Vedbækgade 3-7. Nærværende rapport er koncentreret omkring den tekniske tilblivelse af den virtuelle prøvelejlighed og dens resultat.

Dette projekts metode har været at tage udgangspunkt i arkitekternes traditionelle CAD-tegninger og heraf opbygge en CAD-model som grundlag for en række visualiseringer samt en interaktiv model. En væsentlig udfordring har været at finde et niveau for detaljeringen, der på den ene side ikke plæderer et færdigt resultat, og på den anden side ikke er for 'skrabet' til at kunne guide brugeren. Hvor arkitekten kun har leveret analog tegning, eller ufuldstændige CAD-tegninger, er disse først udført digitalt.

Projektet har søgt at indarbejde en metode, der i høj grad automatiserer processen beliggende mellem CAD-tegningen og modellen. Dette har været relativt let, idet byfornyelsen har en stor vægt af standardiseringsbyggeri.

På en række workshops afholdt i forbindelse med 'Kommunikation i Byfornyelsen' var ideen, at arkitekten skulle benytte sidste version af den til enhver tid opdaterede computermodel, som den præsentationsmodel der forklarede skitseforslaget. Specielt i Eskildsgade-projektet skete dette ikke i tilfredsstillende grad, idet computerbillederne mere blev betragtet som et moderne kuriosum, hvorfor præsentationerne blev lagt sidst i seancerne som et appendiks. Dette alene gjorde, at Eskildsgade-sagen blev et spørgsmål om at opnå et minimum af kommunikation på baggrund af en virtuel model, fremfor en teknisk velfungerende interaktiv model i en fungerende byggesag. Interaktionen blev opnået i Vedbækgade-sagen, hvorfor disse to projekter er skrevet sammen i denne rapport.

By og Byg vil gerne takke de beboere og øvrige workshopdeltagere, der har lagt tid og energi i vurderingen af forsøgene. Tak til de rådgivere der har reageret så positivt på vores mange behov for småjusteringer, og tak til Byfornyelsen Danmark der har været en solid sparringspartner.

By og Byg, Statens Byggeforskningsinstitut  
Afdelingen for Proces og Innovation  
Maj 2004

*Lone Møller Sørensen*  
Forskningschef

# Konklusion

Arkitektens skitseforslag vil naturligvis ligge så tæt på afleveringsfristen (præsentationen for bygherre/brugere) som muligt. Som følge heraf vil arbejdet med at transformere et traditionelt skitseforslag til en digital 3-D-model altid være underlagt et betydeligt tidspres. Skal modelleringsopgaver indlejres i en interaktiv brugerdialog/præsentationsdel, vokser tidsbehovet potentielt med tidspreset. I såvel Eskildsgade som Vedbækgade blev modelleringen udført af tredjepart, der virker forstyrrende på den normale proces ved at stille krav om kortere leveringsfrister og ingen ændringer efter en given dato.

Den naturlige konsekvens af disse problemer må være, at skitseforslaget udføres af arkitekten som en 3-D-model. Dette vil stille krav til såvel ændrede arbejdsmetoder som kompetencer. Alternativet er, at det traditionelle 2-D-skitseforslag udarbejdes med henblik på en automatisk 3-D-generering, hvilket vil sige, at alle streger tegnes som objekter i en stram datastruktur. Højder indskrives som konstanter tilknyttet objektnavnene. 3-D-vektormodellen kan derved genereres ved tryk på en tast. Efterfølgende skal modellen farvebearbejdes efter den enkelte tegnestues grafiske udtryk. Det er et realistisk mål at gå efter et tidsforløb, hvor de første modelbilleder foreligger under én time efter, det traditionelle 2-D skitseforslags sidste streg er sat.

## Fremtidige indsatsområder

Nærværende forsøg har peget på en række fremtidige indsatsområder:

### Arkitektens brug af modellen

For bare nogle år tilbage lå den store udfordring i at få systemerne til at kunne det, vi gerne ville. I dag kan systemerne langt mere, end hvad vi faktisk vrider ud af dem, hvilket hænger sammen med, at den professionelle læring halter bagefter den tekniske udvikling - en læring der må basere sig på de faglige uddannelser efterfulgt med erfaring opnået gennem brug.

De øvrige indsatsområder kan kun initieres, hvis arkitekten behersker værktøjet tilstrækkeligt til at frigøre sig fra den tekniske labyrinth. På sigt opnås derved en tilbageføring af fagets videnspulje til uddannelserne, der er afgørende for at skubbe grænserne for ny viden og bedre arbejdsmetoder, hvilket ultimativt skal omsættes til bedre byggeri enten som bedre arkitektur eller bedre bundlinjekoekonomi.

### Interaktion med brugeren

Dialog mellem en bruger og en professionel er aldrig et spørgsmål om at beherske et teknisk redskab - uanset hvor teknisk perfekt dette måtte være. Det drejer sig om at kunne spille på mange strenge, hvor beherskelse af fagets frembringelsesredskaber er én, omend den unægtelig er vigtig.

Evnen til at beherske en dialog er alt andet lige et afgørende værktøj i interaktionen mellem rådgiver og bruger, beboer eller bygherre. Dialogen er ikke jævnbyrdig i skitseprocessen, her er det arkitektens ansvar at filtrere brugerens egne ønsker gennem sit professionelle filter. Og da afbildninger er et værktøj der er meget direkte i sin formidling, har dette til alle tider været benyttet af netop arkitekten. Afbildninger er rensat for mange af sprogets faldgruber, men er derfor ikke stringent. Mange, og forskellige, afbildninger kan være nødvendige for dialogen, og her er den digitale model en afbildningsgenerator med et væsentligt potentiale. I en stringent logik er det den interaktive digitale model, der giver adgang til i princippet uendelig mange billeder. Det må derfor



være arkitektens ansvar at udvikle og implementere de digitale modeller, først som stillbilledegenerator og senere som interaktiv animering.

Det kan ikke forventes at den almindelige bruger af arkitektur, som eksempelvis beboeren i en byfornyelsessag, vil stille krav til en bestemt faggruppe. Kravet er ønsket om at se sin fremtidige bolig i en visuel genkendelig form - og helst så det ligner virkeligheden, og spørgsmålet er så, hvem der kan levere. Kravet om genkendelighed er forståeligt, men det er samtidig afgørende, at der redegøres for forskellen mellem det skitserede og det faktiske resultat. Bygherren eller dennes rådgiver, vil som repræsentanter for brugerne kunne sikre forståelse af forskellene, bl.a. ved at stille krav til rådgiveren og ved at sætte rammer for brugeren.

### Computergrafik

Den måske til alle tider store opgave er at finde en afbildning af ideen, der viser en *mulig* virkelighed. Computergrafik har i mange år haft en tendens til at blive stadig mere realistisk, alene fordi det er muligt at lave meget realistiske afbildninger. Netop den mulighed er problematisk for den arkitektoniske arbejdsproces, hvor realismen nemt kan blive så tilpas forførende, at den bliver bindende. Det er derfor en væsentlig opgave fremover at sætte egne standarder og afprøve nye muligheder med den digitale model, der viser projekterne, som samstemmer idé og forventninger med det endelige resultat.

### Implementering

Hvor den person, der varetager brugerens og bygherrens interesser tidligere var arkitekten, er dette ikke så entydigt mere. I forbindelse med byfornyelsesopgaver udgør byfornyelsesselskaberne i dag den part, der står bedst rustet til at varetage denne interesse. De står i denne sammenhæng mellem den tekniske rådgiver, brugeren og den egentlige bygherre og skal danne bro mellem forventninger, økonomiske rammer og teknisk formåen. Dialogen mellem bruger og arkitekt, mellem behov og forslag styres ikke af, at noget er teknisk muligt, men ved at denne dialog i sidste ende bidrager med en værdi. Om denne værdi så er et faktisk bedre byggeri, eller en oplevelse af et bedre byggeri, er en anden diskussion. Værdistyringsdiskussionen ledes bedst af en part uden direkte interesse for forslaget eller i dets tilblivelse.

Derved peges på, at hvor det første indsatsområde entydigt er den tekniske rådgivers ansvar (arkitekten), er de øvrige indsatsområder såvel den tekniske rådgivers som bygherrerådgiverens ansvar.

### Teknisk tegning

For at komme længere end til automatisk at kunne transformere etageplanen til en interaktiv 3-D-model, er det nødvendigt at rubricere byggeri i en typologi, der forklarer udslagsgivende forskelle. Disse forskelle skal ses og defineres i forhold til en automatiseringsproces der igen hænger sammen med bygningstypens almene tekniske løsninger. Både Eskildsgade og Vedbækgade er Københavnerhuse og har haft en enslydende matrice, hvorefter de er bygget. Netop denne fælleshed gør det muligt at automatisere vigtige dele af et modelleringsarbejde. Disse automatiseringer vil i vid udstrækning kunne afvikle modelleringer af bygningstypen 'bolig - etageejendom'. Derimod vil metoden ikke kunne overføres ukritisk til eksempelvis institutionsbyggeri, alene fordi den anderledes funktionsstruktur udmøntes i et andet teknisk byggeri.

I skrivende stund er næste version af den virtuelle prøvejlighed i gang som et projekt, der forsøger at udrede en række tekniske problemer med at komme fra den digitale plantegning til 3-D-modeller, samt forsøger at afmærke brugernes og de professionelles grænser for indflydelse på projektudformningen. Det er her værd at bemærke, at det største problem er en forståelse for de bindinger et projekt giver, fremfor de løsningsmuligheder det har.

Af tekniske udeståender venter følgende at blive implementeret:

- Når dørhuller tegnes i CAD, sker det ved rektangulære lukkede polylines på eget lag. Dette giver mulighed for at klippe hul i væggene vha. boolske operationer. Imidlertid ville det være hensigtsmæssigt at lave en hjælpe-makro i CAD-programmet, således at dørslag med korrekt svingretning genereres.
- I CAD-programmet indtegnes trappe- og etagehuller på eget lag for derved at kunne løse problemet med dobbelthøje rum.
- Dørkarme kan autogenereres ud fra dørhulslag samt rumlag. Ved at benytte dørhullernes outline i offset-form, bør karmene kunne genereres.
- Den manuelle indsætning af vinduer skal automatiseres.  
3DStudio Max håndterer ikke boolske operationer effektivt, hvilket resulterer i at de fremkomne fejl skal håndediteres. Dette kan evt. ændres ved at 'flytte' de geometriske boolske operationer til et selvstændigt program, evt. til CAD-programmet.
- Metoden hvorpå trapper genereres ud fra plantegning automatiseres.
- Alle rutinerne programmeres sammen i ét selvstændigt program, der på baggrund af CAD-programmets plantegning (korrekt struktureret) konverterer planen til en interaktiv 3-D model.

## Grafisk output

At benytte det realistiske output som målet for billedegengivelse i de tidlige faser af et projekt er at give brugeren en falsk forventning. Dette valg kan give alvorligt bagslag, når brugeren slutteligt konfronteres med det faktiske byggeri. Hvis valget alligevel træffes, opstår der hurtigt problemer med afviklingshastigheden, og oplevelsen af et smidigt forløb kan tabes på gulvet. Trods et udbredt ønske om realistiske afbildninger er der meget, der taler for at være meget påpasseligt med det valg. På den anden side står tegneseriestilen. Den er teknisk lettere at opnå, men stilistisk vanskeligere, idet den kræver håndelag.

Afviklingen af interaktive modeller er mere flydende, når datagrundlaget er i høj abstraktion. Stilen kan imidlertid blive så steril at den er lige så intetsigende, som den tekniske tegning kan være for lægmand, hvorfor en vis grad af realisme, der ikke forstyrrer en uforpligtende tilgang til opgaven, bør inddrages. Det er derfor en væsentlig opgave at afklare forholdet mellem abstraktion, opgavens placering i processen, tekniske bindinger og muligheder samt at sætte disse ting i en pragmatisk relation til dialogen med brugeren.

## Proces

Dialog mellem en professionel byggerådgiver og brugeren/bygherren er i sigens natur en affære, der strækker sine rødder langt tilbage i tiden. Forskellen mellem før og nu er i denne sammenhæng adgangen til et redskab, der visualiserer idegrundlaget. Hvor abstraktionsniveauet tidligere var givet gennem mangel på redskaber (eventuelt gennemført med stort tidsforbrug som smukke håndkolorerede tegninger), står vi faktisk med en teknisk mulighed for at eliminere denne binding. Der argumenteres i denne rapport alligevel for ikke at flytte for meget på abstraktionsniveauet, men i stedet at tage afsæt i tidligere tiders repræsentationsformer, udvikle disse så bl.a. fordelene i hastighederne udnyttes. Dette alene ud fra ideen om at disse tegnings- og modelformer ikke plæderer andet end at være netop afbildninger, hvorved den realistiske forførelse blev minimeret.

Valget af abstraktionsniveau vil hænge sammen med overvejelser om dialogen mellem bruger, bygherre og rådgiver. Disse overvejelser kan imidlertid ikke alene hægtes op på en valgt billeddannelse, men må nødvendigvis ses som den proces der skal føre alle parter igennem en dialog, med det ene for-

mål at få alle behov, ønsker og betingelser frem og diskuteret. Det endelige resultat skal derved sikre størst mulig tilfredshed for alle parter, fordi alle kender betingelserne, hvorunder resultatet er nået. Den proces er beliggende i de tidlige faser, og henhører som sådan til udformningen af byggeprogrammet, uagtet hvilket byggeri, fasemodeller eller udbudsformer der måtte følge.

Denne proces bør struktureres således, at den er homogen i forhold til det overordnede formål. Dette forhold vil blive dybere behandlet i en senere rapport med arbejdstitlen 'Beboerkommunikation - Workshop'. I nærværende rapport er kun fokuseret på den digitale model som ét af de redskaber, der indgår i afviklingen af procesdialogen.

3-D-modellen skal udvikles tæt på arkitektens skitsering. I opgaver som de forelagte, er det imidlertid ikke teknisk nødvendigt, at det sker hos arkitekterne, men med den almene udvikling taget i betragtning, ville det være naturligt, hvis det skete her. Almindeligvis vil det sikre projekternes kvalitet.

Arkitekten ønsker naturligvis at 'sælge' sit projekt bedst muligt, hvorfor man kunne forestille sig, at projekterne vil få et skær af 'glitter' over sig hvilket da også lejlighedsvis ses. Det vil derfor kunne blive nødvendigt at indsætte en kvalitetssikring, i henhold til modellens benyttelse, for at sikre alle parter. Enten i form af en kravspecifikation, der specificerer detaljeringsniveauet, at interaktionsmodellen blev til i andre fora, eller at dialogen blev styret i henhold til et sat niveau.

Modellens benyttelse i beboerkontakten, herunder dets brug i workshopforløbet burde, uanset placeringen for deres tilblivelse, styres af en part, der kan repræsentere såvel beboerne som rådgiverne.

Workshopforløbene, der blev gennemført som et forsøg, havde både en ordfører og en rådgiver. Disse to funktioner kunne med held samles i én og samme person, hvis opgave netop var at repræsentere sagens øvrige parter og at styre sagen mod det bedst mulige resultat. Opgaven foreslås derfor varetaget af bygherren eller dennes repræsentant.

## De vigtigste erfaringer

- 3-D-modellen har kun interesse, hvis den benyttes i beslutningsøjeblikket, eller hvis den har en nyhedsværdi, der er udtrykt i noget spektakulært. Sidstnævnte er altid tidskrævende og vil derfor vanskeligt kunne nås gennemført inden beslutningen er taget.
- Nytteværdien af den digitale model i brugerdialogen er kun reel, hvis den skitserende arkitekt og computermode lløren er et samarbejdet team, eller optimalt set er én og samme person. Hvis potentialet i den digitale rummodellering ikke udnyttes, opstår der ingen dialog med brugerne på baggrund af visualiseringsformen.
- Jo mere struktur der lægges i plantegningerne, jo højere automatiseringsgrad opnås i modelleringens udførelse.
- Det er vanskeligt at finde et afbalanceret grafisk udtryk i modelarbejdet, der både formidler ideen, gør den genkendelig samt holder muligheden for fortolkning åben.
- Den interaktive model er ikke et spørgsmål om at præsentere løsninger, men om at give valgmuligheder ved i princippet at modellere bindingerne. Dette kan give arkitekturfaget en ny dimension i takt med at det traditionelle faglige ansvarsområde ændrer karakter.

# Indledning

## Baggrund

Byfornyelsesselskabet København har inden for rammerne af 'Projekt Værktøjskassen' formuleret to projekter, hhv. 'Beboer- og ejerkommunikation' og 'Virtuel prøvelejlighed'. De involverede parter har været:

Rådgiver: AI-gruppen

Ansvar for Workshops: Niras

Virtuel Prøvelejlighed: By og Byg.

I forlængelse af erfaringerne blev der senere formuleret yderligere et 'Virtuel prøvelejligheds' projekt, i Vedbækgade 3-7. Rådgiver blev her varetaget af O. Abildhauge, Rådgivende Ingeniører og Arkitekter A/S. Den virtuelle prøvelejlighed blev her udført af By og Byg i samarbejde med Scheutz & Clementsen Design.

## Formål

Sigtet med projektet har været at forbedre beboerkommunikationen, bl.a. gennem brug af en *beboerrådgiver*. Denne skulle være buffer mellem bygge-riets tekniske termer og sagens øvrige konditioner og virke som det forklarende led mellem beboeren og den professionelle byggeverden. Ud over sin professionelle viden om byggeprocessen, gives beboerrådgiveren redskabet den *virtuelle prøvelejlighed*, som skal give beboerne en forståelse for bl.a. lejlighedssammenlægninger samt være den model beboerne og deres rådgiver kan diskutere ud fra.

Det langsigtede mål er at udvikle en vejledning i beboer- og ejerkommunikation, der kan anvendes generelt inden for boligbyggeri. Vejledningen understøttes med udviklingen af et interaktivt 3-D-værktøj til præsentation af lejlighedsændringer med tilhørende vejledning. Værktøjet skal kunne visualisere resultatet af en renovering og give beboerne mulighed for at afprøve køkkenindretning, møblering, farver mv. undervejs i processen.

I Vedbækgade-sagen blev formålet udpindet for at sikre det tekniske produkt (se nedenstående), uden hensynstagen til eventuelle forekommende kommunikationsmæssige udeståender.

Den virtuelle prøvelejlighed skal give beboerne mulighed for at deltage aktivt i skitseringsprocessen ud fra ønsket om værdiskabelse og medindflydelse. Dette tænkes gjort ved

- at generere en virtuel prøvelejlighed (VP) af en udvalgt lejlighed i Vedbækgade.
- at gøre den virtuelle prøvelejlighed interaktiv for at højne beboernes brug af produktet, og derved sikre indflydelsen på samt oplevelsen af renoveringsforløbet.
- at sikre almen tilgængelighed til programfladen med en teknisk velstruktureret programflade.
- at 'udgive' en interaktiv VP som et selvstændigt program (på en CD) for at sikre en effektiv spredning.
- at gøre samme CD multimediebaseret gennem adgang til relevante links og fotoeksempler.

## Målgruppe

Den primære målgruppe for projektet er Byfornyelsesselskaber, samt beboergrupper i fremtidige renoveringssager. En sekundær målgruppe er øvrige bygherrer for boligbyggeri samt tilhørende slutbrugere.

I henhold til udarbejdelsen af en virtuel prøvejlighed vil det tekniske personale på tegnestuer ligeledes være en målgruppe. Endelig vil uddannelsessteder for arkitekter, ingeniører og teknikere være en målgruppe.

Beboernes øgede medvirken i renoveringsopgaver skaber behov for en effektiv kommunikation med de professionelle deltagere. En væsentlig parameter for en god samarbejdsproces er, at forholdet mellem forventninger og resultat kvalitetssikres. Beboernes deltagelse i og forståelse for udarbejdelse af værdigrundlaget har betydning for tilfredsheden af det endelige resultat, hvilket igen kan have betydning for opgørelsen af produktiviteten. Den nuværende tekniske kommunikation i byggeprocessen, herunder tegninger og beskrivelser, er ikke tilstrækkelig, når det gælder kommunikation med beboerne.

## Fremgangsmåde

Den virtuelle prøvejlighed er udviklet over fire casestudier. De to første tilknyttet Eskildsgade 16-18, og de to sidste tilknyttet Vedbækgade 3-7.

### Eskildsgade

Beboerne og beboerrådgiveren fik stillet en serie afbildninger af den virtuelle prøvejlighed til rådighed. Den virtuelle prøvejlighed skulle understøtte kommunikationen mellem parterne og sikre, at det blev et fælles projekt.

Den virtuelle prøvejlighed blev opbygget som en rumlig CAD-model, hvorfra der blev udtrukket en serie renderbilleder. De rumlige konsekvenser ved lejlighedssammenlægningen blev vægtet højere end fotorealistiske afbildninger af badeværelser o.lign., som ellers ofte benyttes ved visualiseringer. CAD-modellen var tænkt som et aktivt værktøj i arkitektens dialog med beboerne.

Den virtuelle prøvejlighed evalueres som et selvstændigt objekt, primært som redskab for dialog mellem beboerne og deres rådgiver – og sekundært med henblik på en potentiel videreudvikling af selve redskabet. Som indgangsnøgle til projektet blev udfærdiget en formulering til rumbegrebet og de tekniske muligheder, og findes på de følgende sider under kapitlet 'Rumlighed'.

### Vedbækgade

Samme fremgangsmåde var for så vidt gældende for Vedbækgade. Her blev vægten imidlertid lagt på at opnå en bedre teknisk frembringelse af den digitale model ud fra en almen skitseringssituation med fokus på at opnå en højere grad af automatisering. Årsagen til denne vægtning skyldes alene, at hvis tidsforskydning mellem skitsen og udarbejdelsen af den digitale model ikke nedbringes væsentligt, vil den digitale model ikke kunne indgå i dialogen og dermed i beslutningsprocessen.

Beboerne oplevede i denne sag ikke en fuld interaktiv model, før beslutningerne i store træk var taget. Hvilket netop skyldes den opståede tidsforskydning. Tanken var derfor at udvikle en teknisk metode, hvor arkitekten selv forestår transformationen fra 2-D til 3-D og derved har værktøjet present.

## **Fælles**

I såvel Eskildsgade som Vedbækgade blev den virtuelle model forelagt beboerne som stillbilleder i den faktiske skitseringssituation. Det har været tilfredsstillende for brugerne, der i begge sager har set den virtuelle model som et afklarende element. Men først i slutningen af Vedbækgade-sagen blev der opnået en tilstrækkelig kontrol af den tekniske interaktivitet, således at det vedr. hastighed blev muligt at komme direkte fra en traditionel plantegning til en interaktiv 3-D-model. Nøglen hertil findes beskrevet i kapitlet om de tekniske forløb.

# Rumlighed

Rumopfattelse er ensbetydende med afstandsbedømmelse, og den sætter os i stand til at orientere os præcist i omgivelserne. Menneskets rumlige opfattelse var oprindelig afgørende for vores overlevelse, men er og har ligeledes været en kilde til den kulturelle aktivitet, hvormed vi formgiver vores fysiske omgivelser.

Med vores sanser henter vi de informationer, der sætter os i stand til at forstå og erkende vores omgivelser, og gennem rumlige afbildning og modeller giver vi os selv et input, der sætter os i stand til at opleve den tænkte virkelighed. Modellen og perspektivkonstruktionen er vigtige stimuli for opfattelsen af form og sammenhænge af en kommende realitet.

## Tegning

Om rumlig gengivelse i kunsten sagde den romerske arkitekt Vitruvius 'Som en metode der sætter kunstneren i stand til at gengive især arkitektur og teaterkulisser på en sådan måde, at noget af arkitekturen synes at stå frem og noget synes at træde tilbage i rummet'. Med Filippo Brunelleschis 'opfindelse' af perspektivkonstruktionen i det 15. århundrede, blev der fundet en så stærk rumlig afbildningsmetode, at den ikke kun har overlevet til i dag men tillige har været i stand til at udkonkurrere alle tidligere regler for rumafbildning.

Tegning er et redskab til at formidle en idé eller viden mellem to eller flere parter. Afbildninger kan betragtes ud fra et grafisk- og fra et kommunikativt synspunkt.

## Grafik

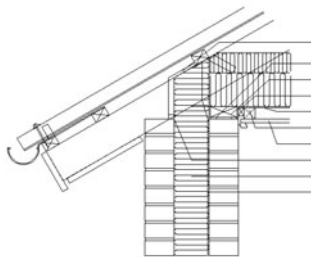
Inden for grafisk 2-D afbildning arbejdes med tre former:

- Den ikoniske (Skalmodeller og naturalistiske perspektiver)
- Den analoge (Landkort og bygningstegninger)
- Den abstrakte (Diagrammer og abstrakte afbildninger).

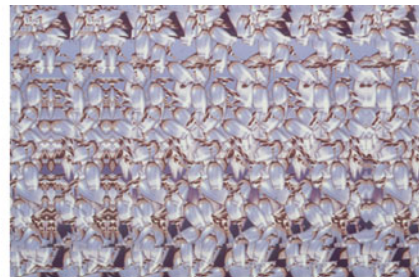
Man gengiver de egenskaber, der er vigtige for situationen 'alt det nødvendige og kun det'. Egenskaberne er tingenes grundegenskaber som form, struktur, materiale, tekstur og farve, hvilket netop er egenskaber, der kan grafisk visualiseres. Andre egenskaber kan så udledes heraf, eksempelvis brugbarhed, holdbarhed og skønhed. Funktionsegenskaber kan vises i f.eks. diagrammer.



Den ikoniske.



Den analoge.



Den abstrakte.



## Tegning som kommunikation

Afbildninger er et kommunikationsmiddel og indeholder information i kode. Det er udformningen af afbildningen, der udgør koden. Udformningen kan underopdeles i:

- Afbildningsform
- Grafisk fremtræden
- Udførelse.

### Afbildningsform

De to modsætninger inden for de forskellige afbildningsformer er dobbelt retvinklet projektionstegning og perspektivisk afbildning. Imellem ligger en lang række rumgeometriske former med træk fra begge yderpunkter, bl.a. de aksonometriske afbildninger.

Den dobbelt retvinklede afbildning er en abstrakt form, der viser de sande forhold mellem flader og linjer. Plan, snit og opstalt er dobbeltretvinklet tegning og kaldes også orthografiske projektioner. Karakteristisk er, at formen er målfast.

Den perspektiviske afbildning viser flader og linjers rumlige placering. Den er forståelig for lægmand, idet 'den ligner', men den er ikke målfast. Afbildningen kaldes også en centralprojektion, og er en todimensional afbildning af en tredimensional verden.

Aksonometrierne viser verden i en rumlig form, samtidig med at de er målfaste. En hyppig anvendt form er den isometriske afbildning, hvor de projekterede x, y og z-akser altid er 120 grader.

### Grafisk fremtræden

De to yderpunkter i den grafiske fremtræden er den lineære i ren kontur (typisk den dobbelt retvinklede tegning) og den maleriske med tonede flader (det klassiske maleri og fotorealisme). Imellem disse to punkter ligger en mellemkategori med blandinger af kontur og tone. Den grafiske fremtræden er uafhængig af afbildningsformen, hvilket medfører, at valget af afbildningsform ikke binder valget af den grafiske fremstilling. Det er objekters ønskede egenskaber, der bestemmer den grafiske fremtræden. Form og størrelse kræver kontur, tekstur og farve kræver tone.

### Udførelsen

Yderpunkterne her er frihåndstegningen og den instrumentelle udførelse, herunder den computergenererede afbildning. Imellem findes blandede teknikker.

## Fysisk model

Den fysiske model er et vigtigt redskab i forståelsen for rumforløb, da den i sin abstraktion, hvoraf den vigtigste alt andet lige er skaleringen, afspejler sider af den tænkte virkelighed som tegningen ikke redegør for. For nogle formgivere har modellen så stor betydning, at de sjældent arbejder med perspektivtegninger. For dem ligger modellen et sted mellem det 'at bygge' og det 'at opleve'.



Den sjældent benyttede 1:1 model.  
Villa-Vision i Bella Centret,  
'Byggeri for milliarder' 1991.

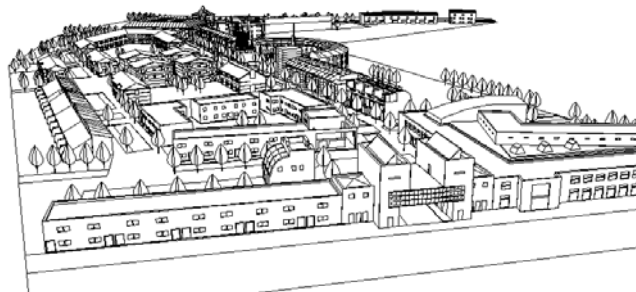


Modellen afgiver nogle perceptuelle oplevelser, som den todimensionale tegning ikke kan, hvilket dog ikke betyder, at den har alle de perceptor, som mennesket ville have i den virkelige verden. Realismen er altid beskåret, og modellen skal heller ikke betragtes som en virkelighedsimplementerbar størrelse. Den adskiller sig ved proportioner, materialer, lyd m.v., kort sagt den 'virkelige' oplevelse. Men modellen skal også kun gengive den del af virkeligheden, som knytter sig til den rumlige oplevelse, altså den der ikke gengives på det todimensionale medie med en abstraktion, der er nødvendig for at sikre netop den ønskede aflæsning. Den skal fortælle modellens rumgeometriske historie.

Vi udnytter forskellige stimuli og metoder til problembearbejdning, og i formgivning er modellen både en vigtig stimulering for udformningen af objektets rumlighed såvel som en metode for aflæsning af form. Ethvert design af et fysisk objekt udtrykker en rumlig form, der bygger på geometriske principper, hvorfor modellen og perspektivet altid har været den ultimative afbildning af designet. Det er derfor i rumafbildningen, at resultatet af den samlede kreative proces kommer til udtryk, og det er her, at den samlede vurdering foretages.

At skabe og forstå form er andet end at arbejde med eller at betragte en model. Det er også evnen til at associere, erfare og visualisere i høj abstraktion via skitsering. Det er imidlertid vigtigt at fastslå modellens indflydelse på den kreative proces og på selve forståelsen af form. Når der tales om perspektiv og model, er det vigtigt at skelne mellem de to udtryk pga. menneskets perceptionsevner. Når vi ser på selve synsoplevelsen, som er den primære bærer af rumlig information, så ligger modellens perceptuelle anderledeshed i henholdsvis menneskets stereoskopiske syn og i bevægelsesparallaxen. Sidstnævnte har i mange år indgået i så godt som alle fagdiscipliner i form af animationer og real film, hvorimod stereovirkningen har været vanskelig at implementere, både grundet en vanskelig tilgængelig teknik, og en manglende viden om hvad det egentlig er.

Samme model med og uden overflader og fotografiske effekter. Egebjerggård på 'Byggeri for milliarder' i Bella Centret 1993.



## Virtuel model

Computermodeller ligger et sted mellem den fysiske model og tegningen. Da den ikke kan berøres, men godt kan drejes, kan den teknisk forklares som en interaktiv tegning. Det interaktive element medfører desuden, at elementer løbende kan sættes ind eller trækkes ud af modellen, hvilket kan give en hurtig arbejdsgang i opbygningen af rumlige helheder. Af de forskelle der er mellem den rumlige tegning (perspektivkonstruktionen) og computermodelen bør følgende fremhæves:

- Computermodelen er 'målfast' i en perspektivisk afbildning, da hvert punkt er defineret med tre koordinater.
- Elementet i en computermodel kan 'linkes' til en database, der indeholder de egenskaber, der ikke kan modelleres (pris, vægt mv.).

En vigtig forskel mellem computermodelen og den fysiske model er, at den fysiske model opleves stereoskopisk. Virtual reality-teknologien er en udvidelse af computermodelen, således at denne ligeledes kan betragtes med stereosynet.

## Stereoskopi

Stereofotografiet er næsten lige så gammelt som fotografiet og baseres på et sæt dobbeltbilleder. De to delbilleder er en anelse forskellige, da de gengiver verden (tænkt eller virkelig) fra forskellige vinkler. At skabe stereopar-billeder som perspektivisk traditionel konstruktionstegning er en disciplin for de få, og kan være en tidskrævende affære. Med computermode llens tre koordinatsæt i ethvert afsat punkt er stereobilledet imidlertid en rutinesag, forudsat man kender forskydningsprincipperne. I relation til perceptionsevnen er fordelene ved stereobilleder, at støj/signal-forholdet er 400 % bedre end i det perspektiviske billede. Forenklet sagt aflæser vi billedernes detaljerigdom fire gange bedre end i centralprojektion. Vores stereosyn sikrer derved, at hjernens arbejdsbyrde reduceres. Afkodningen af eksempelvis et elements placering i rummet (i den virkelige verden) sker vha. øjnernes indbyrdes placering. I perspektivtegningen skal vi frigøre energi til at tolke samme rum.

## Animation

Med filmens fremkomst i starten af 1900-tallet forsvandt stereobillederne mere eller mindre som fænomen fra dagligdagen (i 1901 producerede det engelske firma Underwood & Underwood 25.000 stereobilleder om dagen). Billedgengivelsen, foretaget vha. bevægelsesparallaxen samt en god historie i et givent tidsforløb, var tilstrækkelig til at udkonkurrere stereobillederne, og da bevægelse er et monokulært dybdekendetegn (er virkningsfuldt set med et øje), er det en fototeknik, der er uafhængig af stereobilledet.

Computeranimationer opbygges som traditionel film ved en række stillbilleder, der sammensat afvikles i en given hastighed (frame rate). Den teknisk vanskelige disciplin inden for computeranimationer ligger mere i opsætningen og definitionen af de enkelte objekters bevægelsesmønstre og deres indbyrdes afhængigheder end i selve 'optagelsen'.



Kongens Nytorv som virtual reality, stereooptagelse fra omkring 1880.

## Virtual reality

Med virtual reality opstod muligheden for at kombinere stereobilleder og animation. Det lod sig gøre, da computeren kunne udføre de umådelig mange beregninger inden for en overskuelig periode - og dog. De første virtual reality-modeller var udformet som en hjelm med to små skærme, der kunne sende de forskellige delbilleder til hvert øje i animeret form. I hjelmen var desuden indbygget højttalere, så rumoplevelsen blev 'total'. Men beregningerne var alligevel så tunge, at flere virtual reality-udviklingscentre valgte at pille stereovirkningen ud og sende samme billede til begge øjne, hvormed teknikken mere blev en 'close encounter'-oplevelse end oprindelig tænkt. Dette lagde senere grunden til 'Cave teknologien'.

I dag er hjelmen forsvundet, idet begrænsningen med én person pr. hjelm både var økonomisk uhensigtsmæssig og vanskeliggjorde den dialog, der eksempelvis er nødvendig i en professionel udvikling af rumlige forhold. Det har bragt billederne op på et lærred (fladt, buet eller kugleformet), og i stereosammenhæng placeret separeringen af billederne på næsen i form af briller. Computerne er i dag tilpas kraftige til, at det er muligt at animere to billeder sideløbende i en acceptabel hastighed. Virtual reality-centrene har dog stadig problemer med beregningen af parallaksedifferensen, og samspillet mellem konvergens og akkomodationen styres ikke altid korrekt. Dette medfører, at billederne ikke er behagelige at se på (det trækker i øjnene), men mere vigtigt er, at dybdevirkningerne ikke styres bevidst, hvilket netop er essentielt, hvis billedet skal vise en rumlig sammenhæng. Senest har udvikling omkring skærmteknologien medført tredimensionelle skærme, hvor separationen er lagt i selve skærmen, hvorved 3-D-brillerne er for udgående. Teknikkerne er stadig for nye til, at de i skrivende stund er afprøvet, men de bygger med al sandsynlighed på principperne i autostereoskopi.

## Abstraktion

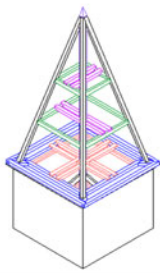
Ordet 'virtual reality' betyder jo kunstig virkelighed, og for at nå denne virkelighed sammensættes og udnyttes en række teknikker. Med animationen aktiveres dybdekendtegnet bevægelseparallaksen, med stereobillederne er det den binokulære parallakse, med computerens mulighed for at 'mappe' materialer på vektorgrafiske 3-D-objekter, sætte lyskilde og lign. De benyttede teknikker skaber tilsammen fotorealistiske afbildninger af høj kvalitet. Og netop sidstnævnte kan være meget forførende. Tænkte projekter, som f.eks. bygninger, kan i dag fremstå i billeder og film som projekter, der for længst er opført, og selv materialers forfald kan illuderes med stor akkurate. Arbejdet med at fremmane disse billeder er imidlertid præget af to omstændigheder, der her sættes til diskussion.

For det første kræver det en stor mængde energi at nå en kunstig virkelighed, der ikke er til at skelne fra den faktiske virkelighed. Hvis målet er at skabe en fotorealistisk virkelighed, så nytter det ikke, at resultatet rammer et par procent ved siden af. I det tilfælde vil billedet opfattes som dårligt, idet udtryk og mål ikke er i overensstemmelse. Hvis ønsket er fuld fotorealisme så koster det!

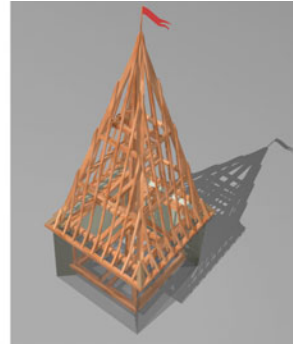
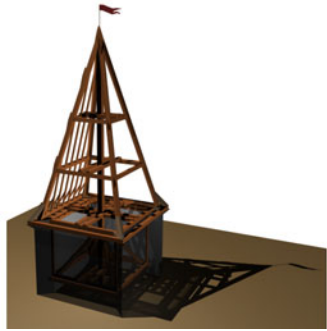
For det andet er selve teknikken muligheder nærmest befordrende for at nå det sublime, og de mange faciliteter mere styrer resultatet end forståelsen for, hvad det skal bruges til. Computergrafikken spejler sig i afbildning af virkeligheden, og programmer udvikles for at kunne skabe mindst det samme som et fotografiapparat. Derved risikerer den udøvende 'billedmager' at ryge i en æstetisk fælde, hvor selve billedet bliver vigtigere, end billedets evne til at kommunikere en information. Det er nødvendigt at sammenholde disse omstændigheder med projektrelateret arbejde.

Når fokus er på interaktion mellem eksempelvis en professionel rådgiver og bygherren, er tidsfaktoren essentiel. En fotorealistisk virkelighed skal her overvejes nøje, inden den benyttes i det forløb. Når fokus sættes på kommunikation omkring ideen, er det nødvendigt at skille æstetikken fra diskussionen, med mindre netop den er et bærende element. Eksempelvis vil en vurdering af et rumforløb forstyrres af støj, hvis detaljerigdommen og dermed forførelsen overskrider en vis grænse.

Opgavens karakter og modtagerens versus afgiverens dialog nødvendiggør en afdækning af den benyttede abstraktion, og 'Need to know Reality' ville måske være en bedre afvejning af tid og problemstilling, end den fotorealistiske realitet. Hurtighed i idéudveksling og kommunikation fordrer, at abstraktionsniveauet sættes højere end fotorealisme, og samme løft i abstraktion er gældende for fotorealistisk æstetik. Abstraktionen skal være på netop det niveau, der muliggør et tilstrækkeligt erkendelses- og beslutningsgrundlag, hverken mere eller mindre.



Materialet udtrykkes i streg. Den simple overflade.



Træet får struktur.

Samme model i tre afbildningsniveauer:

## Modellering

Målgruppen og situationen er afgørende for valg af niveau. Fokus sættes her på de indledende faser i en byggeproces og abstraktionen sættes i relation til bygherre, bruger og beboer versus rådgiveren. Erfaringer blandt de rådgivende, om end de stadig er spredte, giver den nødvendige tekniske indsigt og erfaring til, at interaktiv modellering kan og vil blive et udbredt redskab.

## Redskabet

Med en computer er det muligt hurtigt og visuelt effektivt at opbygge og manipulere modeller og herfra udtrække billeder og animationer. De opbyggede data benyttes bredt for de indledende arbejder i et byggeprojekt, og kan lægges til grund for de senere faser i processen.

## Interaktiv modellering

Interaktiv modellering er anvendelig for både bygherrens og beboerens projektforståelse og for rådgiverens selvforståelse. En digital model af et byggeprojekt øger indsigten i projektets rumlige sammenhænge, og sætter bygherre og bruger i stand til at arbejde med og reflektere på de visualiserede ideer.

I samarbejde med arkitekten visualiseres bygherrens og/eller beboerens vision og ønsker vha. en digital model. Resultatet stiller krav om adgang til en computer med et godt grafikkort, hvilket i dag må siges at være standard. I modsætning til en animation, hvor kameragangen er fastlagt på forhånd, giver den interaktive model adgang til fri bevægelighed i rummet. Derudover kan interaktionen indbefatte ændringer af den visualiserede model.

Fordelen ved en interaktiv digital model ligger i følgende forhold:

- Interaktivitet sætter brugeren i stand til at respondere umiddelbart på de visualiserede ideer.
- Bevidst benyttede dybdekendetegn (bevægelsesparallaxe, stereopsi, skygger mv.), hæver forståelsen af rumlige sammenhænge og giver derved en generel bedre overskuelighed.

## Hvordan visualiseres

Første modeludkast udføres i høj abstraktion, således at de grundlæggende former og funktioner ikke overskygges af irrelevant information. Som tommelfingerregel bør modellens kompleksitet ikke overstige, hvad der svarer til én dags modelleringsarbejde. Kamerastier og positioner sættes på områder eller knudepunkter med speciel interesse. I denne proces kan førstegangsanimationer genereres i lav opløsning, således at brugeren får en fornemmelse af slutproduktet. Det endelige high resolution produkt genereres herefter (en typisk natopgave).



Forudsat at bygherren, eventuelt i samarbejde med arkitekten, har sit første udkast parat, vil arbejdsgangen kunne have følgende trin:

1. Bygherre og/eller bruger leverer grundlaget for projektet.
2. Skalmodellen sættes op (inkl. overflader)
3. Rådgiver sætter stier og vinkler (udleder vanskelige steder). På baggrund af løbende test-skud eventuelt via en interaktiv model foretages ændringer.

Skalmodellen beholdes som det successive grundlag for projektets fremadskriden, men abstraktionsniveau sænkes gradvis for i princippet at kunne ende med en 1:1 fotorealistisk produktmodel. Nedenstående liste viser fald i abstraktion over tid, hvilket er ensbetydende med en stadig mere realistisk afbildning.

1. Simpel skalmodel. Hoveddisponeringerne er på plads. Materialer sættes i meget højt niveau (tegl = rød og lign.).
2. Modellen udbygges, vægelementer får tykkelse og modellen sættes på terræn mv. Path lines forberedes for at fange hovedideerne i projektet. De første billeder, eventuelt den første animation genereres. Modellen tilrettes.
3. Der indsættes bygningsudstyr for at give relation til størrelse og funktion. Materialer hæves i niveau, teglfarven erstattes med eksempelvis flammet tegl-farvekode. Modellen tilrettes.
4. Konstruktionstyper fastlægges og komplementærdele indsættes i nødvendigt omfang. Materialer overgår til texturemaps.
5. Modellen kan overgå til produktionsmodel.

Digital adgang til standardløsninger, der gennem programmernes manipuleringsalgoritmer hurtigt kan ændre form og placeringer, er ikke specielt avancerede, og vil kunne udvikles hos den enkelte tegnestue med baggrund i typiske opgaveløsninger. Eksempelvis kan serier af standardløsninger lægges i forskellige abstraktionsniveauer og eventuelt gennem lighed i objektnavne udskiftes hurtigt. I en vis udstrækning kan standardprodukter i dag allerede hentes over nettet i forskellige niveauer.



Hvordan designet bedømmes i en virtuel lysmodel er fremtid.

# Teknisk forløb

## Eskildsgade - fra tegning til renderbilleder

Prøvelejligheden blev opbygget i 3DStudio Max version 4.0, for derved at drage fordel af programmets overflade og teksturfaciliteter samt en hurtig adgang til kamera- og lysindstillinger. Hvor det har været muligt er AutoCAD filer hentet fra bygningsregistreringen, og benyttet som eksportgrundlag for et 3DSudio format. Til udførelse af plantegninger af skitseforslagene er benyttet AutoCAD ver. 2000.

### 3-D-objekter

For at kunne finde en passende detaljering i modelarbejdet, blev der opbygget et bibliotek af diverse komplementærobjekter. Biblioteket endte med at bestå af lidt over 500 objekter rubriceret i en række projektspecifikke underbiblioteker. Gennem projektet blev disse elementer benyttet til at afprøve forskellige detaljeringsniveauer. Det færdige projekt indeholdt omkring 20 objekter fra biblioteket.

Objekterne er delvist hentet fra nettet, som freeware i diverse udvekslingsbiblioteker, og delvist modelleret til formålet. De downloadede objekter er konverteret fra deres oprindelige og meget varierende filformat til 3DStudio version 4.0 format, hvilket medfører en systembinding, der objektivt set er uhensigtsmæssig. Desuden har det været nødvendigt at ændre de downloadede filer i henholdsvis skalering samt valg af farve og materialer, for således at afpasse objekterne indbyrdes. Alle objekter er 3-D-objekter (defineret med x, y og z koordinater), hvilket gør det muligt at benytte dem i det rumlige virtuelle miljø.

### Maps og textures

Maps og textures er ligeledes hentet fra nettet eller skabt ud fra digitale fotooptagelser. Samlingen af maps og textures ligger som Bitmap, hvilket i modsætning til de vektoriserede objekter gør dem systemafhængige. Filerne blev ligeledes rubriceret i en række ikke projektspecifikke underbiblioteker.

### Fra CAD til Visualisering

Problemet med at komme fra et CAD program (som AutoCAD) til et renderprogram (som 3DStudio) er egentlig ikke teknisk, selv om bedre oversættere ville være ønskelig, men opstår i de ustrukturerede CAD filer.

I en prioriteret liste er det største problem de mange fejl, som CAD tegninger ofte er behæftet med. Disse fejl opstår, fordi tegningsproduktionen mere sigter på udplottingsopgaven end på at være en datastreng, hvor bl.a. plottefunktionen kun er ét af mange mulige output. Logisk betragtet bør enhver produktionsgang opbygges successivt, og ingen led i kæden bør redefinere eksisterende data. Hvor det er muligt bør data genbruges og udbygges.

I tilfældet med at komme fra CAD til render er den primære opgave at udbygge de leverede CAD filer med de nødvendige z-koordinater, idet bygningsregistreringerne ofte foretages som 2-D-opmålinger. Udbygningen af data kan f.eks. ske ved simple ekstruderinger. Almindelige CAD filer kræver imidlertid så meget klargøring, før disse operationer kan gennemføres, at tidsforbruget viser, at rettelser i CAD tegningen er den primære arbejdsopgave. Det er et grundlæggende problem, at data opfattes som linjestykker på et stykke digitalt papir frem for en repræsentation af et givet objekt i høj abstraktion. Det betyder bl.a., at der ikke tages hensyn til det digitale linjestykkes øvrige egenskaber, andet end at det ser korrekt ud, fordi det ligger i,

og med, de korrekte koordinater. Der er ingen tvivl om, at det øger produktionshastigheden i genereringen af selve CAD-tegningen, men resultatet skaber et øget tidsforbrug i alle senere led.

En konkret gennemgang viser problemet. En mur er repræsenteret ved summen af de linjestykker, der visuelt genkendes som et murstykke. De linjer, der tilhører samme objekt (typisk bygningsdelen), lægges på samme lag. Hvis summen af disse linjestykker eksempelvis skal ekstruderes til en 3-D-form, kræves det, at de hænger sammen og udgør én sammenhængende og lukket linje. Gør de ikke det, er det derfor nødvendigt at gennemgå alle linjestykkerne og sikre, at de hænger sammen i den korrekte logik.

Her vil det typisk afsløres, at ved en almindelig crossing udvælgelse (alle linjer inden for og krydsende det udpegede felt) ikke kan benyttes, idet der under en synlig linje kan ligge adskillige linjestykker der er 'glemt'. Desuden ses det ofte, at linjestykker der tilhører samme objekt ligger på forskellige lag, hvilket imidlertid ikke umiddelbart opfattes, enten fordi de benyttede lag tilfældigvis har samme farve, eller fordi ét af linjestykkerne har fået ændret farveegenskaberne uden at have fået ændret tilhørsforholdet til laget.

Helt uoverskueligt bliver det, når der er benyttet objekter. Alle CAD-systemer har egne procedurer for oprettelsen af et objekt. I AutoCAD hedder det en 'Blok', og her er logikken, at den i princippet skal rætegnes i lag '0'. Kun derved kan den tiltage sig de egenskaber, som det lag den senere indsættes i. Defineres en blok af entiteter beliggende i andre lag end '0', vil blokken senere beholde de egenskaber, der oprindeligt er knyttet til sit definitionslag. Den mekanik kan med held udnyttes så længe det gøres bevidst, ellers opstår der rod i logikken.

Konklusionen er, at den generelle brug af CAD-systemer – med den nuværende praksis - ikke er hensigtsmæssig til andet end den foreliggende opgave – og selv her lades meget tilbage at ønske. For det andet er logikken i de benyttede strukturer, hvor arkitekten arbejder på lag Axxx, ingeniøren på lag Ixxx osv., heller ikke hensigtsmæssig i henhold til udsagnet om, at al data opbygges successivt og 'helst' uden redundans. Resultatet er derfor, at det alt andet lige er hurtigere at tegne grunddata om, inden rendermodellen påbegyndes, end at benytte eksisterende CAD-data, og overgangen fra registreringmodel til rendermodel (på skitsemodelniveau) bliver en forholdsvis tidsforbrugende opgave.

### **Opbygning i AutoCAD**

I denne sag forelå registreringstegningerne i både analog og digital form. Efter gennemgang af den digitale tegning var det klart, at den krævede så meget rettelse, at det ville være hurtigere at tegne grundlaget om.

Med en registreringstegning i velstruktureret form var det herefter muligt at indtegne (re-tegne) arkitektens seneste skitseforslag, og konvertere fil-formatet. Afhængig af rettelserne ville forslaget kunne foreligge som plantegning inden for ca. 1 time.

Et hensigtsmæssigt forløb vil være, at arkitekten selv foretager sine plan-dispositioner i CAD, hvilket dog måtte opgives i Eskildsgade, da den involverede arkitekt ikke beherskede redskabet eller på anden måde kunne levere digitalt. Som sådan var netop denne sag derfor mindre velvalgt til afprøvnings, men på den anden side satte det værktøjet på den ultimative test angående en processuel afvikling.

### **Overførelse til 3DStudio Max**

Der er flere veje at komme fra AutoCAD til 3DStudio, men som en anvendelig metode for almene brugere kan kun nogle af dem anbefales.

Den mest oplagte metode er, at 3-D-modellen opbygges i AutoCAD og overføres til 3DStudio, enten ved at gemme i 3DS format fra AutoCAD eller ved at hente i AutoCAD-format fra 3DStudio. Ingen af disse metoder kan dog anbefales, idet man mister kontrol over entiteterne i den senere bearbejdningsproces, og fordi nogle entiteter har det med 'at blive væk' undervejs.

Det kan undre, at den interne udveksling ikke fungerer bedre, taget i betragtning at AutoCAD- og 3DStudio-programmerne udvikles af samme virksomhed.

Fordelen ved at konstruere modellen i AutoCAD er, at de boolske operationer her er velfungerende. Disse operationer er appellerende for arkitekter, idet de umiddelbart afspejler en volumentankegang, der ligger tæt på arkitektens tankesæt i modelarbejder. Boolske operationer er også tilgængelige i 3DStudio, men kan ikke umiddelbart repeteres uden et mere dybtgående kendskab til 3DStudios interne virkemåde.

En anden metode er at overføre plantegninger enten som eksporterede DXF, eller som importerede dwg-filer. Benyttes dxf-formatet, er det hensigtsmæssigt at benytte AutoCAD R12/LT2 DXF eller AutoCAD R13/LT95 DXF-format, idet R14/LT98/LT97 DXF ikke altid resulterer i en sikker entitetsoverførsel - underligt nok.

Ved import af AutoCAD-formatet kan 'Weld', 'Autosmooth', 'Unify normals' og 'Copy closed entities' alle være slået til i formvinduet 'Geometry Options'. Ved import af DXF bør 'Remove Double faces', 'Cap closed entities' og 'Unify normals' være slået fra. Afhængig af entitetens senere brug, bør Interpolations step sættes herefter. Dog anbefales det at sætte værdien til 1 for derved at få overkommelig filstørrelse senere.

### Fra 2-D til 3-D

Efter en heldig overførsel kan plantegningen ekstruderes til den ønskede højde. Afhængig af objektets endelige placering i rummet, kan plantegningen eventuelt lægges i den korrekte z-koordinat i AutoCAD inden overførslen.

Med det vektoriserede skitseforslag var proceduren for overførslen til en 3-D-model den samme procedure som førstegangsafviklingen af registreringsmodellen. Teknisk blev proceduren dog forfinet løbende, eksempelvis ved at sikre, at plantegningens vindueshuller lå i korrekt z-værdi i CAD-programmet. Derfor kunne et manipuleret vindue (hullet) ekstruderes, inden dets form var endeligt fastlagt. Det var naturligvis kun rettelser i forhold til registrering, eller tidligere skitseforslag, der blev re-modelleret. Elementerne blev overført i primærgrupper, der materialemæssigt var naturligt samhørende.

De benyttede primærgrupper:

- Ydermur
- Skillevæg
- Dør
- Trin
- Gulv.

Disse grupper kan igen være under opdelt, således at et vægstykke i princippet kan bestå af 3 undergrupper.

- Mur 1: Mur fra base til karm
- Mur 2: Mur fra karm til overligger
- Mur 3: Mur fra overligger til afslutning.

Alle undergrupper blev samlet i en 'Group' tilhørende enslydende materialer.

### 3-D-model med materialer

Med plantegningen løftet til en 3-D-model, pålægges den tekstur og farve, desuden sættes kameraindstillingerne svarende til det nye forslags eventuelle 'særlige' behov. Med et til formålet opsat materialebibliotek, der dog blev ændret flere gange undervejs, blev grupperne påført materialer. Med de definerede materialer og uafhængig af ændringer i størrelsen, er tidsforbruget for denne proces begrænset. Hvis objekterne imidlertid ændres i deres geometriske størrelse undervejs i processen, skal hele øvelsen gentages.



## Komplementærobjekter

Herefter blev modellen udbygget med diverse komplementærobjekter, hvis primære opgave var at give rummene en relation vedrørende størrelsesforhold. Nogle af skitseforslagene krævede ændring af objekternes position og placering, andre krævede fjernelse eller indsætning af nye objekter. Denne proces er et 'puslearbejde', idet de benyttede afbildninger, der er knyttet til billedevinklerne, kan være afgørende for mængden (eller manglen på samme) af 'nødvendige' indsatte objekter. Opgaven er at give motiverne genkendelighed, og hvert billede bliver en afvejning af motivets holdbarhed i forhold til brugeren.

## Renderbilleder

Herefter finindstilles kameraer og lyssætningen. Hovedpositionerne er sat tidligere, men eksempelvis skal FOV (Field of Vision) sættes i forhold til de endelige motiver.

Som tommelfingerregel bør vælges en afbildningsvinkel beliggende tæt på det menneskelige øjes billedvinkel. Et godt valg kunne være en 50 mm linse, svarende til ca. 40 grader horisontal FOV. Valget er dog afhængig af det valgte billedformat, men benyttes 2:3 eller 3:4, er man dækket nogenlunde ind. Et optimalt valg ville være 53 grader FOV (36 mm linse), hvilket skulle give et generelt godt billedudsnit, der dækker både indendørs- og uden-dørsoptagelser. I praksis er et skift af parametre mellem indendørs- og uden-dørsoptagelser ikke en god ide, alene fordi dokumentationen går fløjten jo flere parametre, der skiftes mellem. Derfor er valg af en konsekvent benyttet mellemløsning en god pragmatisk tilgang.

I Eskildsgades første forsøg er benyttet en FOV på 54,4 grader (35 mm linse) i såvel oversigtsbilleder som i interiørbillederne. I Eskildsgades andet forsøg er benyttet en FOV på 65,4 grader (28 mm linse) til alle optagelser.

I Vedbækgades første billedrækker (resultat 3) er benyttet en FOV på 54,4 grader (35 mm linse).

I Vedbækgades interaktive model er benyttet en 90 grader FOV (18 mm), hvilket er en overskridelse af ovenstående anbefalinger. Det argumenteres herfor i følgende kapitel.

## Tidsforbrug

Med tid til at rette fejl, foretage omregninger og foretage check, tager det stort set én dag at komme fra et analogt skitseforslag til en velstruktureret 3-D-model. Det forudsætter naturligvis, at alle materiale- og objektbiblioteker er fastlagt.

De sidste skitseforslag der blev modelleret, blev udført uden overgang fra analog til digital form. Ligeledes blev der ikke foretaget egentlige grupperinger eller ekstruderinger, idet hele processen blev afviklet i 3DStudio. Desuden blev objekter ikke ekstraordinært behandlet, hvilket nedsatte tidsforbruget pr. skitseforslag. Resultatet var grafisk enslydende med de øvrige bearbejdninger, men strukturen var noget mere løs.

## Vedbækgade - fra tegning til interaktiv model

### Arkitektens tegning i 2-D

Arkitekten leverede en traditionel projekterings tegning, der blev gentegnet med den ønskede struktur. Desuden blev tegningen rettet for almene tegnefejl, hvilket primært vil sige, at den blev transformeret fra analoge - til digitale streger.

Forudsætningen for at skabe et anvendeligt datagrundlag i en normal AutoCad tegning (det samme gælder for alle CAD programmer, men entitetsnavne kan variere) er følgende:

- 2D-tegning tegnes med lukkede polylinjer. En polylinje må ikke skære sig selv.

### *Tilknyttet modelfaste bygningselementer*

- Hvert rum tegnes som en lukket polylinje. Alle rum tegnes på eget lag.
- Facader og gavle (planens outline) tegnes på eget lag som lukket polylinje.
- Dør- og vindueshuller tegnes på eget lag som lukkede rektangulære polylinjer.
- Gulve og lofter tegnes ikke, da de automatisk kan udtrækkes fra rumlaget.
- Dørtrin tegnes ikke, da de automatisk kan udtrækkes fra dørhulslaget.

### *Fortællingselementerne*

- Trapper indtegnes på eget lag i plan.
- Dørkarme modelleres selvstændigt.
- Inventar genereres først senere i processen, idet det bør modelleres i 3-D fra start. Det kan tages fra et allerede defineret elementbibliotek, eller hentes fra nettet. Uanset hvordan, skal skalaforholdet dobbeltcheckes!

## **Fra 2-D til 3-D**

- CAD-tegningen importeres til Renderprogrammet (AutoCad til 3DStudio).
- Alle vægge ekstruderes samtidigt til den definerede rumhøjde.
- Vindueshuller og dørhuller ekstruderes og de nødvendige boolske operationer udføres for at danne dør- og vindueshuller. Pga. det benyttede software (3DStudio) håndtering af boolske operationer, fjernes de fremkomne fejl ved 'håndeditering' efterfølgende. Resultatet eksporteres til den visuelle bearbejdning og genindlæses.
- Vægge og lofter fremstilles ved at benytte 2-D-rumlaget (minus facade-outline), og bearbejdes visuelt.
- Modellen opsplittes i selvstændige objekter, så de kan farvesættes interaktivt senere. De opsplittede objekter navngives, så de kan genkendes af den interaktive rutine.
- Der fremstilles et prototypevindue med visuel bearbejdning. Det indsættes manuelt i alle vindueshuller. Vinduet tilpasses de enkelte huller. I projektet blev dette gjort manuelt, idet en umiddelbar automatisk rutine ikke kunne overføre det ønskede grafiske niveau.
- Der fremstilles en prototypedørkarm, der indsættes manuelt og tilpasses.
- Paneler genereres ud fra væggenes geometri og efterredigeres til en sammenhængende polyline outlines og ekstruderes.
- Trapper fremstilles som selvstændige 3-D elementer.

### *Visuel bearbejdning af model*

- Vægge, gulve og lofter tones for at give modellen dybde.
- Dørkarme og gulve detaljeres ved hjælp af texture mapping.
- Modellen underlægges en generel farvelægning.

### *Modelles opbygning*

Modellens forskellige elementer rubriceres i tre grupper:

- Modelfaste bygningselementer (vægge, gulv, vinduer, dørtrin, lofter og lign.) der definerer de generelle rum.
- Elementer der skønnes vigtige for en perceptuel oplevelse af rummene (f.eks. paneler).
- Elementer der er nødvendige for opgavens historiefortælling. I Vedbæk-gade var det køkkenelementer samt bad.

Endelig findes elementer uden for modellen, der sætter rammerne om interaktiviteten, f.eks. en skybox.

## **Fra 3-D til interaktiv model**

Modellens forskellige dele eksporteres til den interaktive præsentation. I

Vedbækgade var præsentationen projektspecifik, hvilket medførte en eksport uden for standard.

Til interaktionen blev programmeret en applikation, der fremviste den interaktive model samt projektets struktur og historie. Idegrundlaget i applikationen er, at benytte velstrukturerede data for at opnå størst mulig handlefrihed i forhold til brugernes interaktion. Desuden giver velstrukturerede data en bedre afvikling af selve interaktionen, fremfor en optimeret algoritme til at styre ustrukturerede data. Ved at programmere specifikt til opgaven opnås følgende:

- Et interface der præcist afgrænser mulighederne, og giver brugeren kontrol over afviklingen uden at risikere at fare vild i 3-D – et typisk problem i interaktive modeller.
- Blandingen af den traditionelle 2-D multimediepræsentation og 3D-delen giver mulighed for både at præsentere byggesagen og husets historie samtidig med, at beboerne kan få relevante informationer om den forestående ombygning.

### Billederne

Som beskrevet i et tidligere kapitel er der benyttet et 90 grader FOV (18 mm) kamera som det interaktive 'øje'. Anbefalingerne til stillbilledgenerering ligger på en kamerasætning omkring 40 grader FOV (50 mm). Denne forskel kan forklares med, at kamerabevægelsens billeddannelse ligger uden for kontrol af modelskaberens, der derved ikke kan finindstille kamerapositionen til det bedst mulige motiv i forhold til den bedst mulige vinkelsætning. Brugerne har i sagens natur fri bevægelighed i en interaktiv model, hvilket samtidig giver stor sandsynlighed for dårlige billedvinkler, specielt ved indendørsoptagelser, når der arbejdes med 40 graders vinkel. Der kunne kompenseres herfor, eksempelvis ved at kunne tilte kameraet, men ikke nok til at skabe en nogenlunde jævn og sigende motivgenkendelse i den kontinuerlige billedafvikling.

De 90 grader FOV er derfor et valg, der i sin billeddannelse så absolut ligger på kanten af 'det troværdige' billede, men giver mere flydende motiver.

### Tidsforbrug

En umiddelbar omregning af timeforbruget, fra et udviklingsprojekt som dette, til en 'daglig' forretning er ikke mulig. Alt automatisk udført arbejde er i et projekt som Vedbækgade først gennemført som faktisk håndarbejde, ofte flere gange, alene for at undersøge en hensigtsmæssig, men senere sekventiel udført afvikling. Opsætning af den automatiske proces sker derfor på baggrund af en prototype, der alt andet lige er et håndværksmæssigt arbejde.

Ved at se på forskellen mellem det estimerede og det faktiske timeforbrug for udviklingsopgaven, kan opnås en indikator for hvor problemerne lå. Timerne i nedenstående tekstboks tilhører, hvad man kan kalde projektets primære timer, der er direkte relevante for opgavens logiske løsning. Derudover har projektet indeholdt timer, der kan kaldes sekundære, og indeholder mødeaktiviteter, indhentning af baggrundsviden, formidling til opdragsgiver mv.

Timeforbrug	Estimeret	Faktisk
1. Modellering, render- og billedmanipulering	320	400
2. Foto- og linkarbejde	120	30
3. Dokumentation	170	140
4. Opsætning af interaktiv CD	160	200

#### Ad 1.

Modelleringsarbejdet tog længere tid end beregnet, bl.a. fordi arkitektarbejdet indeholdt mange tegningsmæssige fejl. I de oprindeligt afsatte timer indgik en kort introduktion (4 timer) til arkitekternes tekniske tegnere for at fange typiske tegnefejl. Dette skulle gøre det muligt at konvertere plantegnin-

gerne uden en gennemgribende kvalitetssikring ved hvert nyt projektforslag.

De tegninger der blev produceret umiddelbart efter introduktionen, havde en højere teknisk kvalitet, end eksempelvis registreringstegningerne, men herefter faldt kvaliteten til sit oprindelige niveau. Tegnerne glemte sandsynligvis den gode digitale tegneskik, fordi de ikke selv blev konfronteret med resultatet heraf. De digitale tegninger blev produceret som analoge tegninger, hvilket gjorde at de skulle 'rentegnes'. Dette er et problem, der skal fanges allerede på grunduddannelsesniveau, hvor gode tegningsvaner skal indarbejdes fra starten.

Trods behovet for omtegning, var det ikke her de overvejende ekstra timer blev brugt. Den oprindelige ide var at transformere plantegningen til en 3-D-model med en automatisk rutine, der hentede de relevante z-værdier fra en liste. Der er her tale om grundlæggende samme modelleringsmetode som i Eskildsgadeprojekterne. Den genererede model viste sig dog at være forbløffende lidt egnet i en interaktiv model, idet en standardcomputer fik vanskeligt ved at flytte rundt på de mange, i flere henseender overflødige, polygoner.

Hvor andre projekter med lignende interaktive modeller har søgt dette problem løst ved enten at benytte meget hurtige computere, eller i bedste fald sætte sin lid til at en kombination af bedre algoritmer samt at de hurtige computere snart blev billigere, blev Vedbækgadeløsningen at fokusere entydigt på en optimering af det oprindelige datagrundlag. Som tidligere beskrevet medførte dette valg bl.a., at modellen måtte opsplittes i selvstændige objekter, og at disse objekter måtte navngives, så de kunne genkendes af det interaktive program. Teknisk set bygger denne løsning på samme principper, hvormed computerspil får deres interaktive grafik genereret. Denne erkendelsesomvej skabte det primære ekstra tidsforbrug i projektets modelleringsdel.

#### Ad 2 og 3

Foto og linkarbejde og den tekniske dokumentation blev mindre end antaget. Det første af rent praktiske årsager, der primært bunder i, at projektet havde estimeret med maps- og texturedele, der tog udgangspunkt i foto, som blev erstattet med en algoritmisk farve- og texturlægning. Det andet fordi den tekniske dokumentation blev opbygget undervejs i udviklingsarbejdet, og som sådan indgik i dette tidsforbrug, og fordi dokumentationsarbejdet blev indarbejdet i Eskildsgadeprojektet (denne rapport), hvilket var en naturlig følge af projekternes samhörighed.

#### Ad 4

Opsætning af den interaktive CD tog længere tid end estimeret. For at opnå en tilfredsstillende platform for brugerdialogen, blev der foretaget flere opsætningsforsøg end planlagt. Dette forhold bunder i ønsket om at få automatiseret og optimeret så meget af processen som muligt og blev skønnet vigtigere end selve det interaktive produkt - der dog ikke blev forsinket af denne grund.

# Konfrontation - arkitekt, beboer og model

## Eskildsgade

I Eskildsgadeprojektet blev arkitekt og beboere konfronteret på en række workshops, og her blev den virtuelle prøvelejlighed vist - men ikke benyttet efter hensigten. Arkitekten benyttede ikke den digitale model, og en generel opfattelse af at 3-D-visualisering er et passivt præsentationsmedie blev ikke ændret undervejs. Eksempelvis blev metoden i mødeindkaldelse til workshop 2 beskrevet således:

*'Nils Lykke, By og Byg, vil visualisere nogle af løsningsforslagene, så man opnår en mere realistisk fornemmelse af tegningernes rumligheder og planløsninger.'*

Mødeafviklingen foregik ved at arkitekten fremlagde sine planskitser med efterfølgende diskussion. Workshoppens afslutning var en projektorfremvisning af de digitale billeder. Diskussionerne mellem beboerne drejede sig mere om det at modellere digitalt end om indhold. Arkitekt og mødeleder deltog ikke i diskussionerne.

Mødeindkaldelsen til workshop 3 indeholdt følgende passus:

*'Nils Lykke, By og Byg, vil igen visualisere nogle af løsningsforslagene, så man opnår en mere realistisk fornemmelse af tegningernes rumlighed og planløsninger.'*

Hvilket viser, at trods henstillinger til en anden og mere aktiv brug af modellerne, var opfattelsen af den digitale model som en realistisk billedegenerator ikke ændret. Workshoppens forløb på samme måde som sidst.

De afholdte workshops:

Workshop	Dato	Digitalt indhold
1 (Drøm og Vision)	Juni 2002	Fremlæggelse af 3-D og dets potentiale
2 (Realismefasen)	August 2002	Første skitser og modelforslag
3 (Realismefasen)	Oktober 2002	Anden omgang med skitser og modeller
4 (Prissat projektforslag)	Januar 2003	Ingen fremlæggelse

## Samarbejdsprocessen

Før en workshop sendte arkitekten seneste skitseforslag til digital modellering. Forslagene var analoge, og blev sendt så sent som muligt op mod mødets afholdelse for at sikre, at de seneste ændringer indgik. Der var for så vidt ingen yderligere dialog imellem udviklingen af skitseforslaget og den digitale modellering.

Årsagen til det manglende samarbejde ligger i selve formuleringen '*en realistisk fornemmelse*', se ovenstående citat. Hvis den digitale models primære funktion kun forstås som afgiver af en bedre realisme (lav abstraktion), så udelukkes andre væsentlige fordele ved modelarbejdet, som er:

1. Dialogen mellem rådgiver og bruger kan bygge på afbildninger, der er rensat for tekniske afkodninger uden at gå på kompromis med det tekniske indhold og derved sidestille parterne i dialogen.
2. Ved at opbygge den digitale model i et velstruktureret system bliver det muligt i selve dialogen at foretage ændringer i realtid og se tekniske samt oplevelsesmæssige konsekvenser heraf.
3. Den digitale model sikrer mod fejl vedr. rumdispositioner, der typisk kan opstå i dobbelt retvinklet projektionstegning.

Der er stor forskel på arbejdet med en 'look-a-like' model, og at arbejde ud fra tre ovenstående mål.

Ved at separere diskussionerne omkring skitseforslagene fra 'de realistiske afbildninger', vil den digitale model fremstå som et appendiks, og ved at lægge fremvisningen af den digitale model *efter* skitseforslagsdiskussionerne, opretholdes skellet mellem rådgiveren og brugeren, hvad angår den tekniske tegningsafkodning. Om dette gøres bevidst for at opretholde en professionel distance, eller ubevidst af uvidenhed eller manglende omstillingsevne, er underordnet, idet resultatet kan blive en mangelfuld dialog mellem parterne.

En dialog mellem rådgiver og bruger bliver ikke nødvendigvis ringere uden brug af digitale modeller, idet en rådgiver, der ved sit engagement formår at give enhver afbildning et forklarende indhold, kan skabe en brugerforståelse og derved en dialog som ingen digital model kan konkurrere med. Den engagerede rådgiver vil på den anden side sandsynligvis inddrage ethvert værktøj, der støtter dialogen. Den digitale model er en udvidelse af de værktøjer, der benyttes som dialogskabende værktøjer og adskiller sig ved at være bærer af den visuelle genkendelighed, der går ud over eventuelle faglige tilhørsforhold, samtidig med at den også bærer den tekniske nødvendige information.

Eskildsgade-projektet havde ikke intentioner om at nå realtids opdateringer, som beskrevet i fordelen ved digitale modeller. Derimod var intentionen at simulere en sådan opdatering, gerne med op til et par dages forsinkelse. Vægten skulle lægges på udvikling af en datastruktur der ikke nødvendigvis var global, men fungerede i netop denne opgave.

Den digitale model kunne sandsynligvis have løst nogle af de problemer, der opstod på sidste workshop, hvor det endelige håndtegnede forslag havde uafklarede rum i tagetagen, opstået pga. at plan og snit ikke var koordineret. I praksis ville dette projekts virtuelle prøvelejlighed dog alligevel ikke have fanget problemet, da modellen blev bygget over en normaletage, og ikke i tagetagen.

## Vedbækgade

I efteråret 2002 forelå første skitseforslag fra arkitekten. Forslaget skulle præsenteres for brugerne på en workshop, hvorfor skitseforslaget blev transformeret til en 3-D-model, og vist her som stillbilleder (Resultat 3). Det havde været muligt at vise modellen i en interaktiv afvikling ved at benytte tilgængelige programmer, eksempelvis TurnTool. Denne løsning blev imidlertid ikke valgt af flere årsager. For det første er en interaktiv afvikling med disse programtyper i en kvalitet, der ikke kunne garanteres som tilstrækkelig god. For det andet skulle den interaktive model sættes i sammenhæng med en mere dybdegående historiefortælling, og endelig blev projektets energi lagt i at udvikle rutiner, der løste problemet med tidsforbruget i at komme fra 2-D-skitsetegning til 3-D-model.

Disse valg hensatte brugerne i den aktuelle sag i en venteposition, og den eneste indflydelse på skitseforslagets udformning i forbindelse med anvendelse af en 3-D-model lå i forbindelse med første workshop. Her blev stillbillederne brugt til at understøtte dialogen om løsningsforslaget og indgik direkte i brugernes påpejning af forskellige ønskværdige alternativer. Dette forhold skyldes primært, at arkitekten tog diskussionen på baggrund af de forelagte modelbilleder fremfor at lade dem præsentere sig selv. Den digitale teknik og de billedmæssige resultater blev skubbet i baggrunden, og billedernes repræsentation af et arkitektonisk løsningsforslag var i front.

Den endelige interaktive model blev sendt til alle relevante parter i juni 2003. Men på dette tidspunkt var de primære beslutninger truffet, hvilket kun kan medføre den konklusion, at hvis den interaktive model ikke er tilgængelig i beslutningsfasen, fremstår den som et stykke legetøj - uden anden inte-

resse end en eventuel nyhedsværdi - og denne værdi er kun en nyhed, hvis der er tale om f.eks. en spektakulær visualisering af noget ikke tidligere set. For beboerne i Vedbækgade er det interaktive resultat i store træk derfor uden interesse for byggesagens gennemførelse.

Den digitale model skal være til stede i beslutningsøjeblikket, og med de to gennemførte projekter er det muligt at vise en meget kort vej fra traditionel 2-D digital skitseforslag til en 3-D-model. Forudsætningerne er:

- Abstraktionen på modellerne skal være høj.  
Undlad ambitionen om fotorealisme, modellen skal alligevel ikke sælge produktet, men benyttes som beslutningsgrundlag.
- Tegn det digitale 2-D-skitseforslag i en simpel og sigende lagstruktur.  
Auto-konverter tegningen til en 3-D-model ved at forbinde 2-D-tegningen med en liste, der bærer z-værdien for hver objekttype.
- Benyt 3-D-modellen som primær informationskilde i diskussionen om rumdisponering.

En række stillbilleder er tilstrækkeligt til at vise ethvert projekts hovedidé og derfor tilstrækkeligt til første konfrontation med brugerne. Hvis brugerne skal have direkte adgang til interaktive handlinger senere i processen, eksempelvis ved materialevalg, gøres dette efter hoveddisponeringen er på plads.



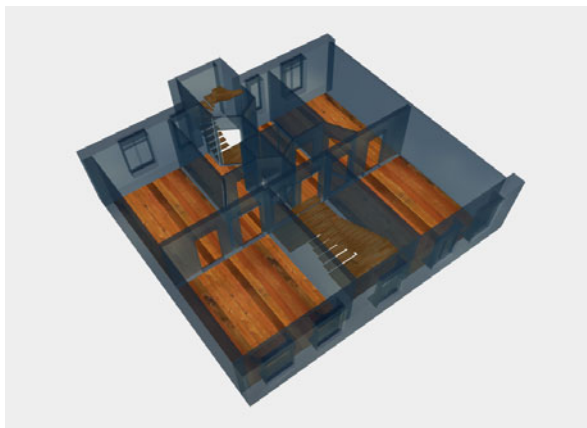
# Introduktion til Eskildsgade

Forelagt beboerne på Workshop I som stillbillede.

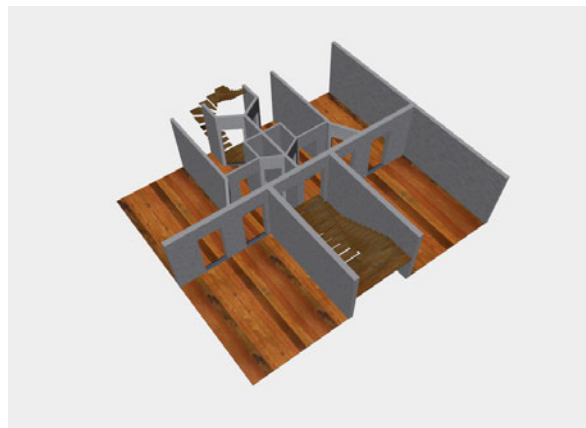
Juni 2002. Del af billedeserie til Workshop I, Eskildsgade 16-18

Serien var planlagt som introduktion til modellering og diskussionsoplæg om abstraktionsform.

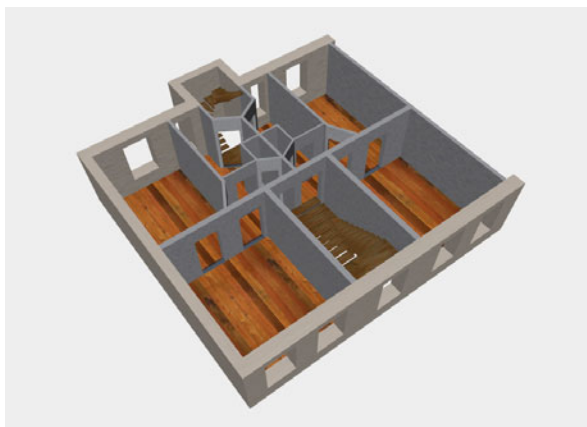
Som udgangspunkt blev Eskildsgadeejendommen benyttet som case.



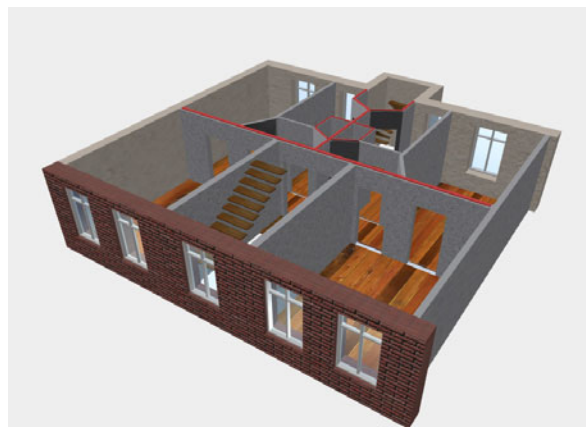
Intro 01 Overflader kan benyttes som effekt.



Intro 02 Elementer kan fjernes.



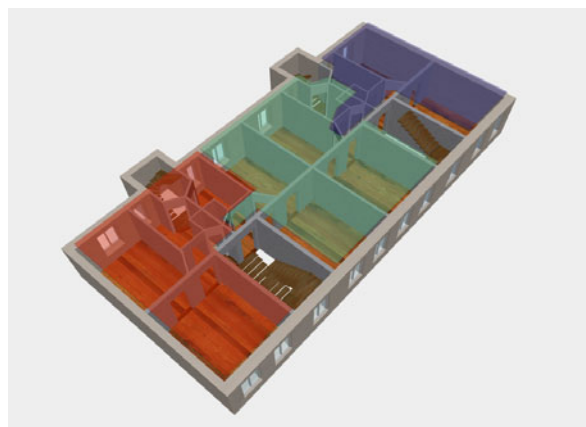
Intro 03 Forskellige abstraktioner.



Intro 04 Forskellige abstraktioner og vinkler.



Intro 05 Referencer i rum.



Intro 06 Udgangspunkt for lejlighedsfordeling.



# Resultat 1. Eskildsgade

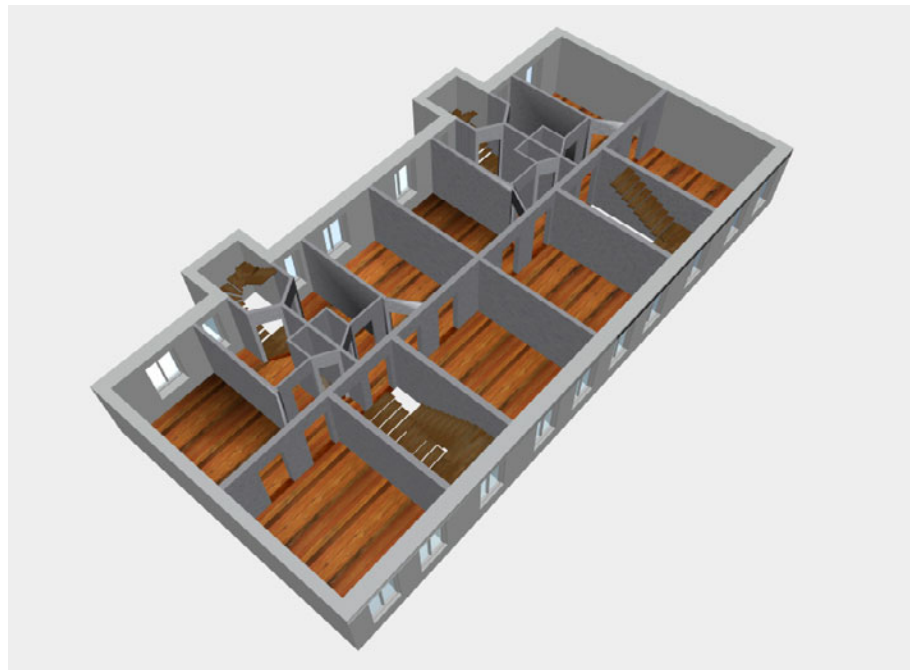
Forelagt beboerne på Workshop II som stillbilleder.

August 2002.

Udpluk af billedserie til Workshop II, Eskildsgade 16-18.

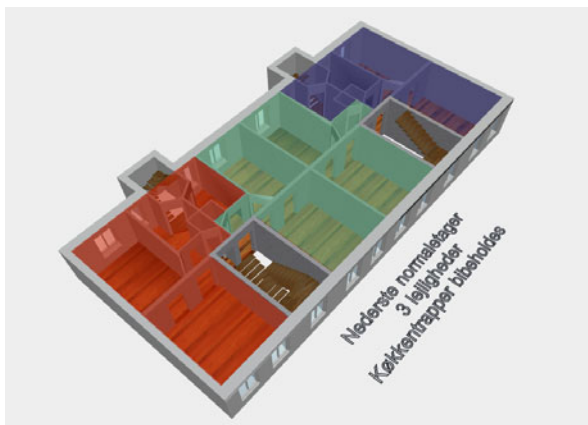
Serien var planlagt ud fra ideen om en diskussion af nedenstående punkter:

- Fordele og ulemper ved bitrapper
- Fordele og ulemper ved ny rumfordeling
- Hvordan vil eller kan beboerne indrette rummene
- Hvad er beboernes behov og dækkes de
- Kritikpunkter
- Overraskende observationer
- Fungerer badet
- Fungerer køkkenet
- Udnyttes rummene.

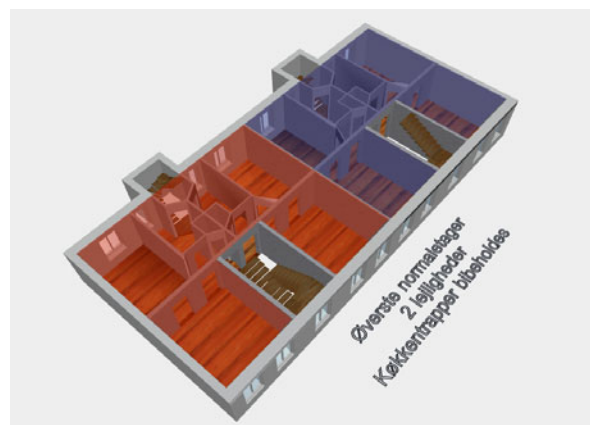


Resultat 1.00 Eksisterende etage.

## Køkkentrapper beholdes

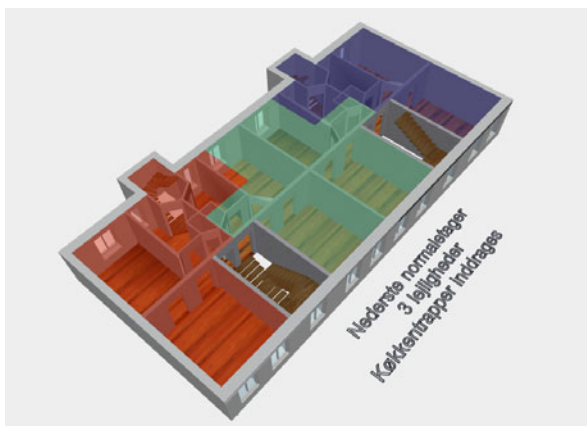


Resultat 1.01 Disponeringsforslag af de nederste etager med tre lejligheder.

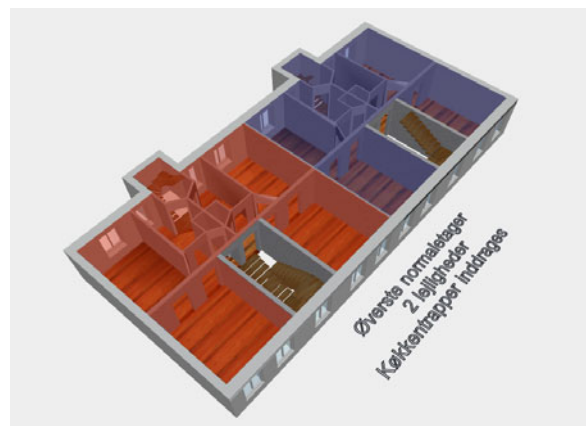


Resultat 1.02 Disponeringsforslag af de øverste etager med to lejligheder.

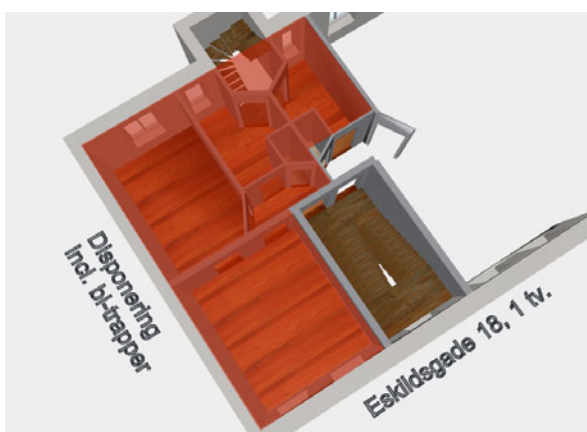
## Køkkentrapper inddrages i lejlighederne



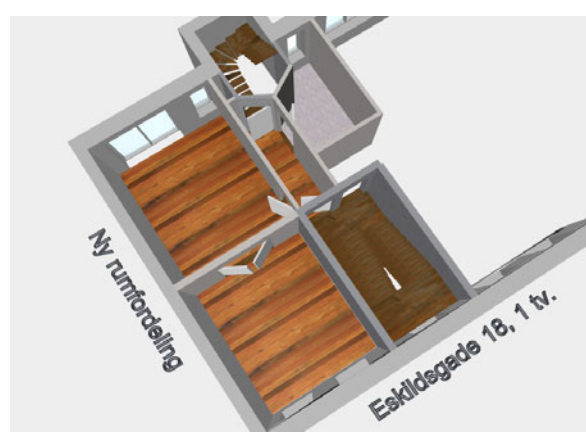
Resultat 1.03 Disponeringsforslag af de nederste etager med tre lejligheder.



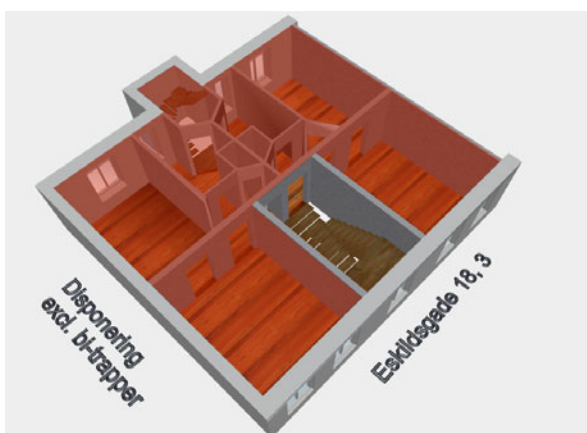
Resultat 1.04 Disponeringsforslag af de øverste etager med to lejligheder.



Resultat 1.05 Zoom på disponering, hvor køkkentrappen beholdes. Nuværende skillevægge vises.



Resultat 1.06 Ny rumfordeling. Urørte skillevægge vises i en mørkere farve.



Resultat 1.11 Zoom på disponering, hvor køkkentrappen inddrages. Nuværende skillevægge vises.



Resultat 1.12 Ny rumfordeling.

## Møbleringsforslag, Eskildsgade 18, 3. Køkkentrapper beholdes



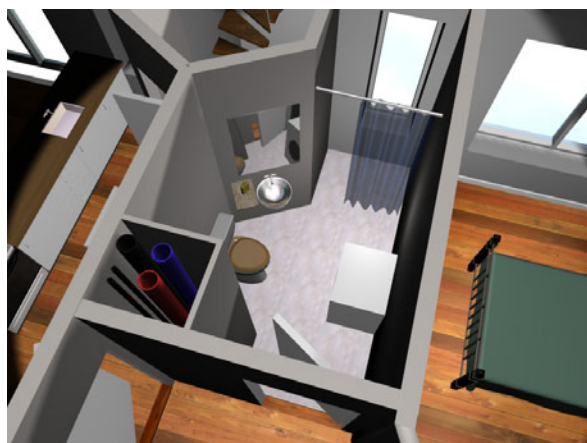
Resultat 1.13 Hoveddisponering.



Resultat 1.14 Stuen.



Resultat 1.15 Køkken.



Resultat 1.16 Bad.



Resultat 1.17 Soveværelse.



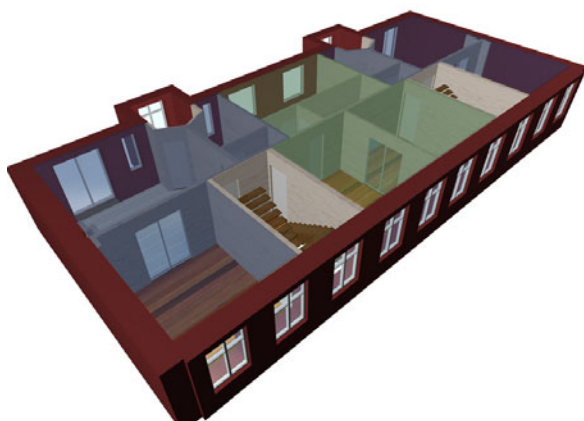
Resultat 1.18 Arbejdsrum.



## Resultat 2. Eskildsgade

Forelagt beboerne på Workshop III som stillbilleder.  
Oktober 2002.

Udpluk af billedeserie til Workshop III, Eskildsgade 16-18.  
Serien var planlagt ud fra diskussion om alternative projektforslag.



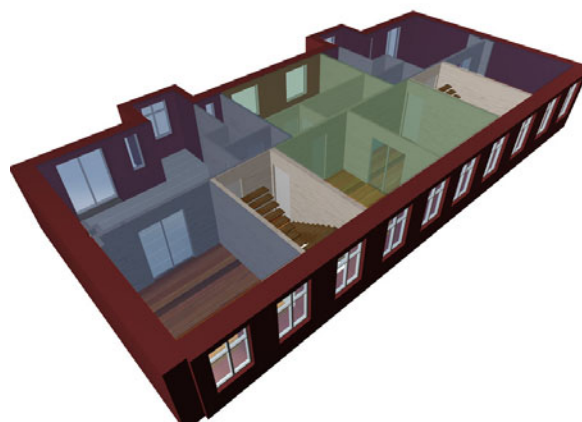
Resultat 2.01.



Resultat 2.02.



Resultat 2.03.



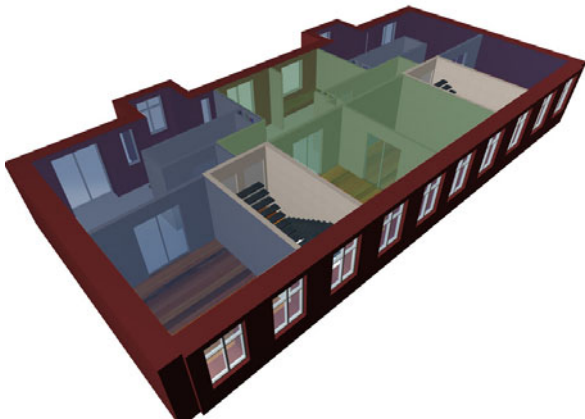
Resultat 2.04.



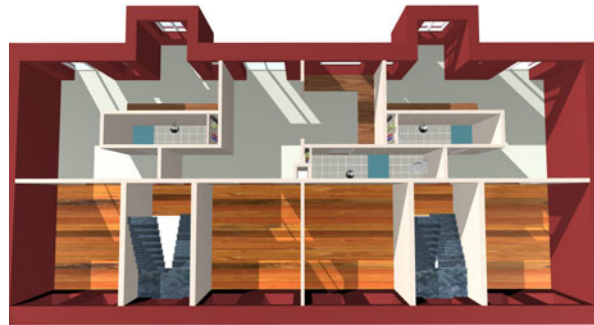
Resultat 2.05.



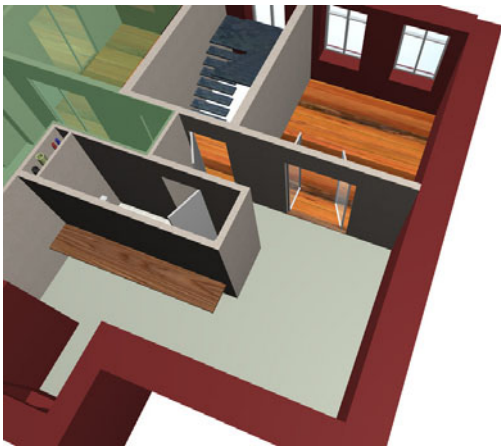
Resultat 2.06.



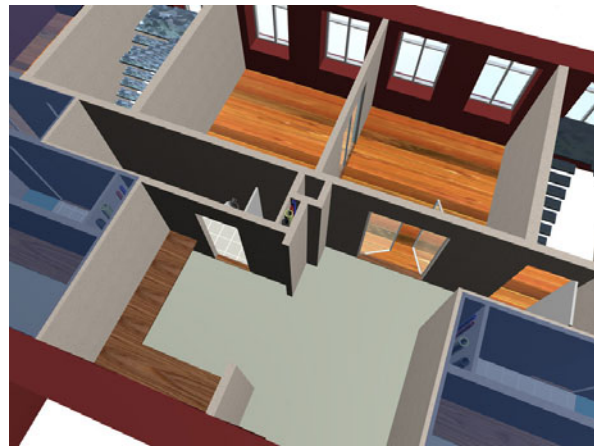
Resultat 2.07.



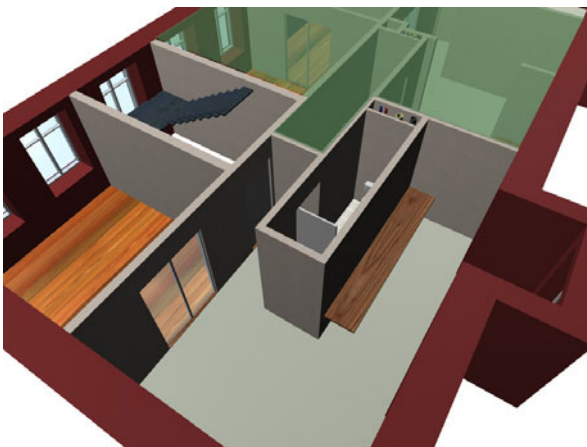
Resultat 2.08.



Resultat 2.09.



Resultat 2.10.



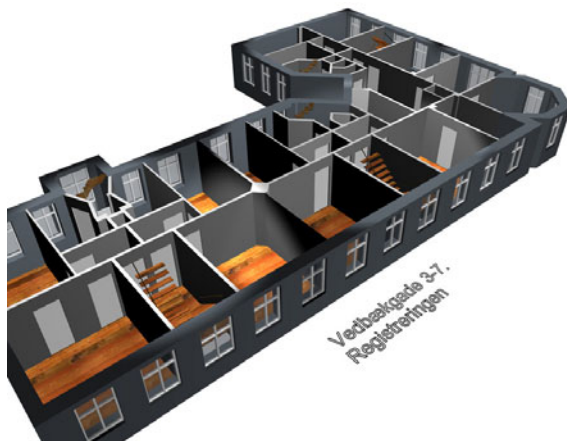
Resultat 2.11.



Resultat 2.12.

## Resultat 3. Vedbækgade

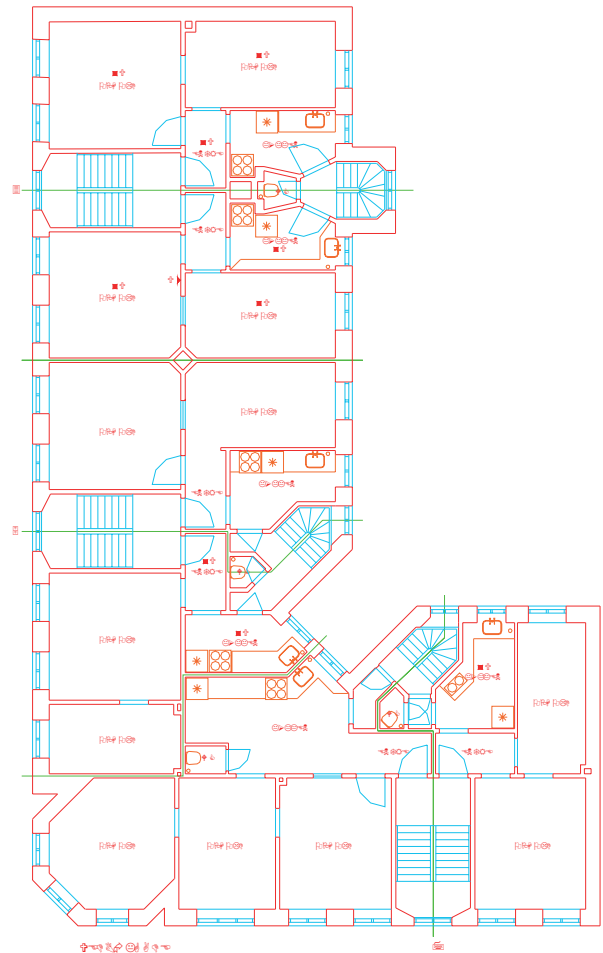
Forelagt beboerne på Workshop I som stillbilleder.  
Udpluk af billedserie til Workshop I, Vedbækgade.



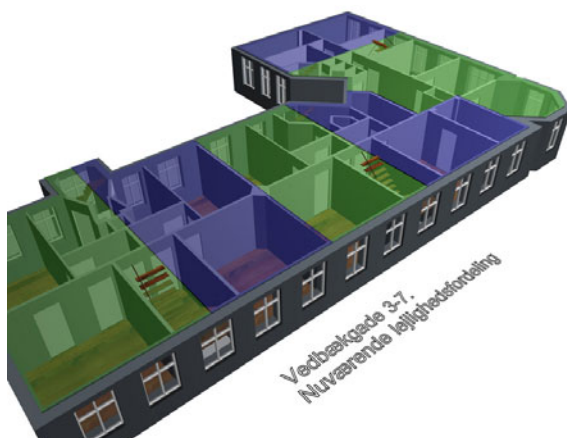
Resultat 3.01 Eksisterende forhold.



Resultat 3.02.



Resultat 3.03 Arkitektens CAD-fil af eksisterende forhold.



Resultat 3.04 Eksisterende lejlighedsfordeling.



Resultat 3.05 Ejendommens karakteristiske hjørne.



# Forslag 1

Forelagt beboerne på Workshop I som stillbilleder.



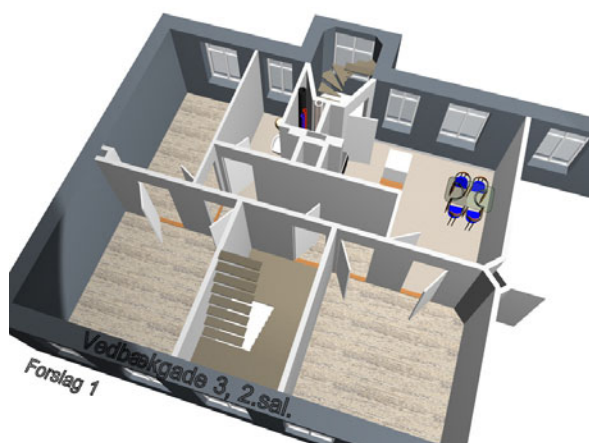
Resultat 3.04 Ny lejlighedsfordeling.



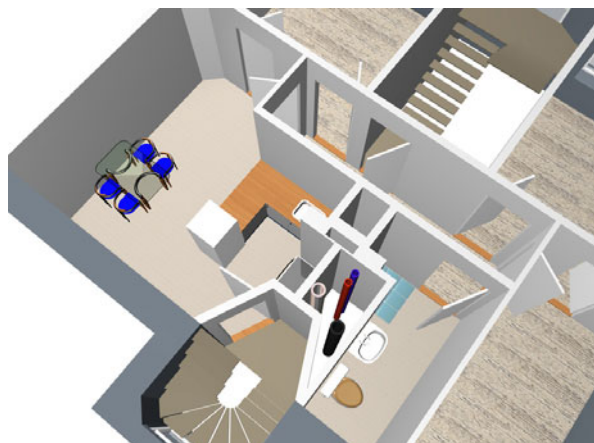
Resultat 3.06.



Resultat 3.07.



Resultat 3.08.



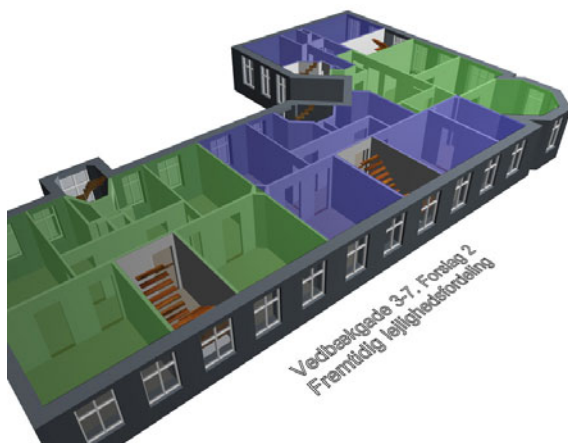
Resultat 3.09 Zoom af kernen i Vedbæksgade nr. 3.



Resultat 3.10 Interiør af køkken (nr. 3).

## Forslag 2

Forelagt beboerne på Workshop I som stillbilleder.



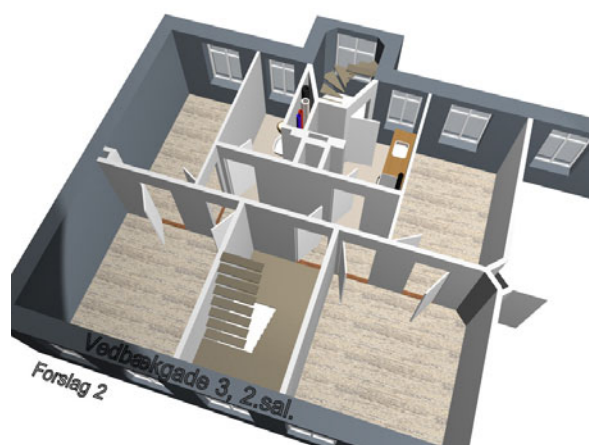
Resultat 3.12 Ny lejlighedsfordeling.



Resultat 3.13.



Resultat 3.14.



Resultat 3.15.



Resultat 3.16.



Resultat 3.17 Stue.



## Resultat 4. Vedbækgade

Udsendt til alle berørte beboere som CD-Rom.  
Screenshots fra præsentations-CD'en.



Resultat 4.01 Hovedmenuen.



Resultat 4.02 Indgangen til den interaktive 3-D-model. Herfra vælges lejlighed.



Resultat 4.03 Bevægelse rundt i lejligheden skal ske med mus eller piletaster.



Resultat 4.04 Med 'Shift+musetast' aktiveres farvelægningsrutinen.



Resultat 4.05 Resultat af en farvepålægning.

# Implementering i Byfornyelsen Danmark

## Hvad skal implementeres?

Hvis den rumlige digitale model alene ses som understøttende i skitsesituationen, ville diskussionen om implementering være anderledes. Men hele byggebranchen arbejder hen imod 'Det digitale byggeri', fordi det kun er gennem en successiv dataopbygning, at byggeriet kan opnå en industriel produktion, og denne produktion må nødvendigvis bygge på objektorienteret data, der har rumlighed som en egenskab. Først her kan byggeriet begynde at planlægge produktionen i henhold til ønsket om en længe ventet forbedring af produktiviteten.

Som bekendt har byggeriets rådgivere ikke alene et incitament til at starte den udvikling, hvorfor sagen, bl.a. udtrykt i 'Det Digitale Byggeri', er forsøgt lagt i bygherrens hænder. Disse er de eneste der har interesse i hele procesforløbet, og de eneste der skal betale for det. Det er derfor nødvendigt at se den virtuelle prøvejlighed i en datamæssig sammenhæng med byggeriets data, således at den både understøtter dialogprocessen, at de skabte data kan overgå til næste fase, og at det sker i en naturlig sammenhængende proces.

## Hvem skal implementere?

Implementeringen af værktøjer som den digitale model har et andet sigte end en umiddelbar fysisk forbedring af byggeriet, idet den i første omgang skal sikre et tegningsmateriale, der gør dialogen åben for den ikke-professionelle. Dialogen skal gøre processen transparent for derved at sikre en større tilfredshedsgrad såvel undervejs som i relation til slutproduktet. Dette er ikke tilstrækkeligt til at få de tekniske rådgivere til at investere i udviklingen af værktøjet, bl.a. fordi de som professionelle ikke har fortolkningsproblemer med de traditionelle data. Hvor der alligevel er problemer med tolkning af eksempelvis egne dobbelt retvinklede projektionstegninger, indregnes dette ikke som et tilstrækkeligt incitament.

Hvis det alene var de tekniske rådgivere, der skulle beslutte, hvorvidt digitale modeller skulle benyttes i dialogprocessen mellem egne projekter og beboerne i en byfornyelsessag, ville der næppe være et incitament for at introducere værktøjet. Beboerne ville ligeledes næppe kræve det benyttet, om ikke andet fordi de ikke disponerer over de ekstraordinære midler et sådan krav udløser, og fordi de naturligvis har fokus på konkrete fysiske forbedringer.

Byfornyelsen Danmark (BD) har i de to behandlede byggesager været placeret et sted mellem de tekniske rådgivere og brugerne. De har virket som overordnet koordinator for sagerne, og repræsenterer som sådan bygherren; uagtet at BD har udliciteret beslutninger til brugeren. På vegne heraf må BD derfor tage ejerskab til værktøjerne, forudsat at de skønnes egnede i forhold til de overordnede målkriterier, hvoraf ét må være BD's forretningsgrundlag. Ejerskabet skal på vegne af bygherren benyttes til at drive udviklingen frem, men det skal samtidig understøtte BD's egen forretning.

Ejerskabet kan forstås ved, at BD påtager sig opgaven vedr. den nødvendige merydelse som en digital udvidelse kræver, for at opnå den for byggeprocessen samlet merværdi. Denne merydelse ses ofte som en teknisk rådgiverydelse (bl.a. af de tekniske rådgivere), men da disse ikke har incitamentet, står opgaven stadig og venter.

## Hvordan implementeres?

Der gives en række muligheder for at implementere værktøjet, hvoraf de to yderpunkter er:

- at henstille til de tekniske rådgivere om at benytte digitale modeller, f.eks. i konkurrencemateriale.
- at byfornyelsen stiller krav om digitalt materiale, og benytter dette til bl.a. at styre workshops.

Sidstnævnte stiller BD i en position mellem bygherre og rådgivere, ultimativt byggeriets parter, og stiller en række krav til egne rækker.

I benyttelsen af den virtuelle prøvelejlighed betyder det:

- Kompetence til at kravespecificere det tekniske indhold vedr. digital data.
- Indsigt til at styre byggemøder vedr. anvendelse af data i processen, herunder brugerdialogen.
- Overtagelse af dialogprocessen, hvor Byfornyelsen styrer værdidebatten.

Det foreslås derfor, at byfornyelsen overvejer at påtage sig denne rolle.



'Den virtuelle prøvelejlighed' sigter på at benytte rumlige modeller til at forbedre kommunikationen mellem brugere og de professionelle parter i en byggesag. Modellejerne er afprøvet på ejendommene Eskildsgade 16-18 og Vedbæk-gade 3-7.

Målet har været at afprøve en metode, der tager udgangspunkt i arkitektens 2-D CAD-skitse, og med så høj en automatiseringsgrad som muligt at opbygge en interaktiv 3-D-model. En væsentlig udfordring har været at finde et niveau for detaljeringen, der på den ene side ikke plæderer et færdigt resultat, og på den anden side ikke er for 'skrabet' til at kunne guide brugeren.

Mulighederne for at automatisere er lettest, når metoden udføres på standardiseringsbyggeri. De benyttede ejendomme er to typiske Københavnerhuse fra forrige århundrede. Datidens byggeri har tilstrækkelig enslydende måldata, der tillader en høj grad af automatiserede transformationer fra plantegning til en rumlig model.

1. udgave, 2004

ISBN 87-563-1197-4

ISSN 1600-8049